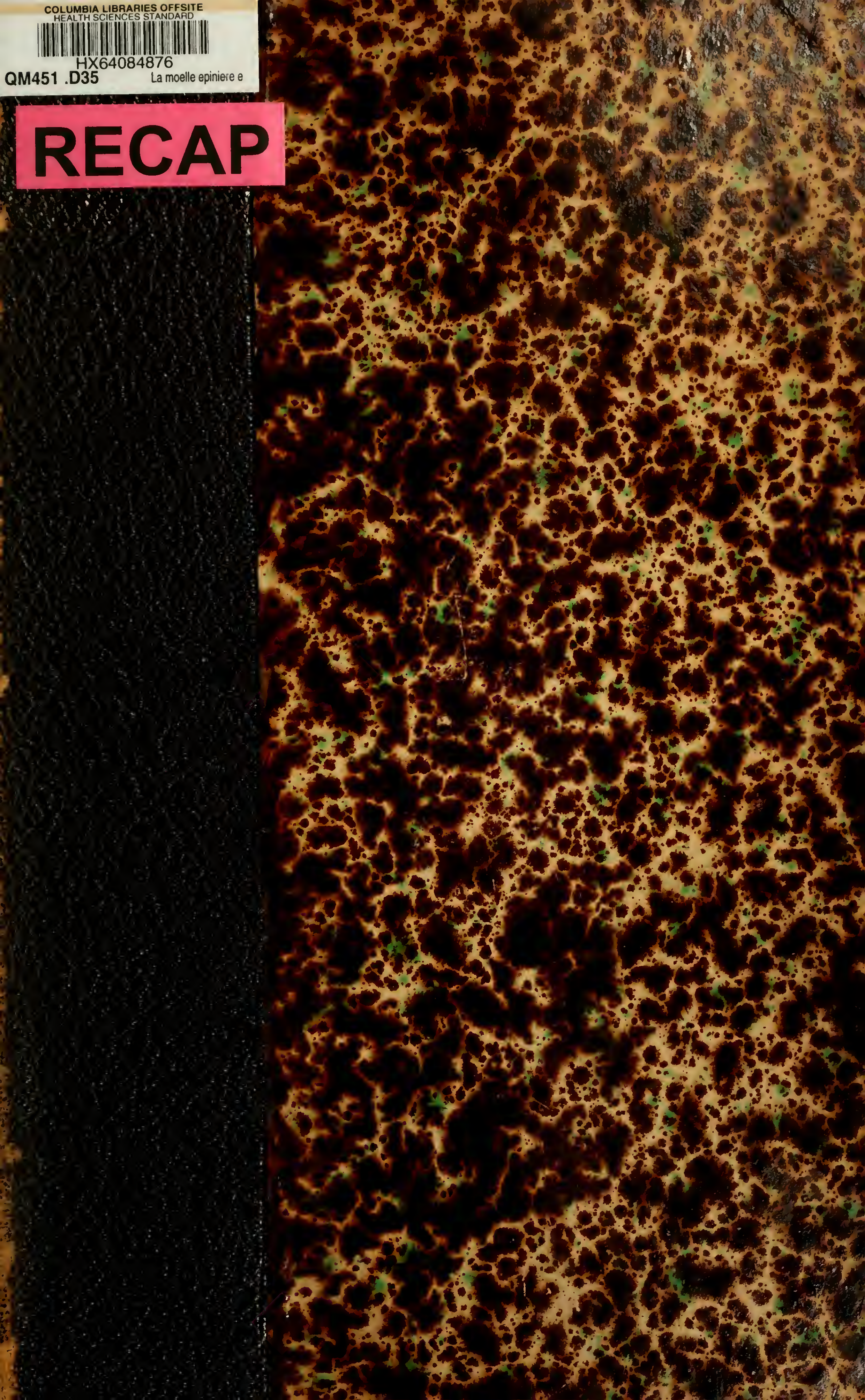



EX LIBRIS
GEORGE SUMNER HUNTINGTON



LA

MOELLE ÉPINIÈRE

ET

L'ENCÉPHALE

AVEC

APPLICATIONS PHYSIOLOGIQUES & MÉDICO-CHIRURGICALES

et suivis d'un Aperçu sur

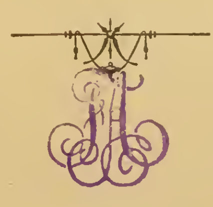
LA PHYSIOLOGIE DE L'ESPRIT

PAR

CH. DEBIERRE

PROFESSEUR D'ANATOMIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LILLE

Avec 242 figures en noir et en couleurs dans le texte
et une planche en chromolithogravure hors texte.



PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1894

LA MOELLE ÉPINIÈRE

ET

L'ENCÉPHALE

LA

MOELLE ÉPINIÈRE

ET

L'ENCÉPHALE

AVEC

APPLICATIONS PHYSIOLOGIQUES & MÉDICO-CHIRURGICALES

et suivis d'un Aperçu sur

LA PHYSIOLOGIE DE L'ESPRIT

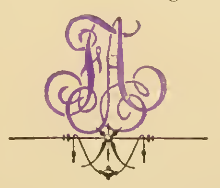
PAR

CH. DEBIERRE

PROFESSEUR D'ANATOMIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LILLE

Avec 242 figures en noir et en couleurs dans le texte

et une planche en chromolithogravure hors texte.



PARIS

FÉLIX ALCAN, Éditeur

Ancienne librairie Germer-Baillière et Cie

108, Boulevard Saint-Germain, 108

LILLE

IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

68, Rue Nationale, 68

25, Rue Nicolas-Leblanc 25

1893

AVANT-PROPOS

Depuis quelques années j'ai entrepris de patientes recherches, soit seul, soit avec le concours de quelques-uns de mes élèves, sur divers points d'anatomie et d'embryologie du système nerveux central.

Dans les années 1891 et 1893 j'ai longuement et minutieusement développé l'histoire anatomique de la moelle épinière et de l'encéphale dans mes leçons à la Faculté.

Dans ces leçons je me suis efforcé de mettre de l'ordre dans la description ; j'ai laissé scrupuleusement à l'ancienne anatomie ce qui lui appartient, mais je n'ai pas omis les faits nouveaux, — et combien nombreux, — que nous devons aux anatomistes modernes. Le livre que je présente au public médical est en quelque sorte le reflet de ces leçons, que j'ai modifiées et adaptées au nouveau but auquel je les destinais.

Pour l'écrire, je n'ai pas seulement eu recours à l'anatomie pure, à l'anatomie macroscopique. Je me suis souvenu que l'histologie éclaire la physiologie, et que l'embryologie explique la morphologie. L'étude de la moelle épinière et des diverses parties de l'encéphale de l'adulte a donc été parachevée par l'étude des mêmes parties chez l'embryon et le fœtus humain. Mais aujourd'hui où l'esprit cultivé et l'élève chercheur ne se contentent plus de l'exposition pure et simple des faits, — quelqu'importants que ceux-ci soient d'ailleurs, — mais demandent à la nature le comment sinon le pourquoi des choses, il fallait faire encore davantage. Dans le but de satisfaire l'avidité

de connaître et de comprendre des élèves qui m'écoutaient : dans le but plus grand de dévoiler à leur jeune intelligence quelques-uns des secrets de l'organisation de l'homme, j'ai fait, — quand cela était nécessaire à mon sujet, — quelques excursions dans le domaine de l'anatomie comparée. Sans celle-ci, en effet, la signification de beaucoup de faits morphologiques nous échappent ; tandis que guidés par elle, nous redescendons pour ainsi dire les étapes parcourues par l'homme pendant son évolution et nous comprenons mieux sa nature.

J'ai aussi fait appel à l'embryologie, car en nous faisant assister aux métamorphoses successives que l'organisme subit durant sa période de développement, l'embryologie rattache chacune des étapes embryonnaires parcourues par l'homme à la série zoologique à laquelle il appartient et dont il occupe le sommet. C'est ce qui a fait dire à Serres en 1842, que « l'organogénie humaine est une anatomie comparée transitoire, comme à son tour l'anatomie comparée est l'état fixe et permanent de l'organogénie de l'homme. »

J'ajoute que je n'ai pas borné là mes descriptions. Sans doute, il était bon de *remettre à point* toute l'histoire descriptive et évolutive des centres nerveux : sans doute il était bon de montrer que l'anatomie de la moelle épinière et du cerveau, y compris celle de leurs enveloppes, avait été renouvelée dans ces dernières années : sans doute il était indispensable de montrer qu'on peut rattacher le système nerveux central de l'Homme, — quelque développé qu'il soit, — au système nerveux beaucoup moins achevé du reste des animaux, — mais j'estime qu'il fallait faire davantage encore.

Pour intéresser l'esprit, pour captiver l'attention des auditeurs, il faut parler à leurs besoins et à leurs désirs. Si vous ne parlez point leur langage intérieur, vous ne serez point compris. C'est pour cette raison qu'après avoir décrit les rouages du système nerveux, j'ai entrepris d'esquisser brièvement leur fonctionnement régulier ou physiologique, et leur fonctionnement dévoyé ou pathologique ; d'un côté l'intérêt scientifique, de l'autre l'intérêt pratique. A la suite de chacune des parties du système nerveux, j'ai donc adjoint des indi-

cations brèves, mais cependant suffisantes, physiologiques d'une part, pathologiques de l'autre (1). Ainsi se trouvent rattachées à l'étude anatomique de l'organe ses propriétés physiologiques et sa pathologie. Il faut, de toute nécessité, que l'élève se pénètre de cette vérité, éclatante surtout en pathologie nerveuse, qu'il est impossible de porter un diagnostic précis, un diagnostic sérieusement discuté, sans connaître à fond l'anatomie et la physiologie.

La diagnose des maladies de l'encéphale, des maladies de la moelle, exige plus que tout autre cette connaissance approfondie de l'anatomie.

Enfin, je n'ai pas cru que la *psychologie*, — qui n'est pour moi que la physiologie du système nerveux y compris les organes des sens, doive être écartée d'un cours d'anatomie fait aux élèves en médecine. Autant que les philosophes purs, le futur médecin doit être au courant de l'histoire des facultés mentales; il doit savoir comment elles naissent, comment elles se développent, comment elles s'acquièrent, comment elles se troublent, comment elles se perdent : il doit connaître leur valeur philosophique et savoir que partout où elles se manifestent elles sont le parallèle obligé de modifications physiques qui se passent dans le sein du système nerveux central. En connaissant mieux sa nature, on perd peut-être un peu de vanité, mais on devient meilleur.

Lille, 15 Octobre 1893.

Ch. DEBIERRE.

(1) Le texte de ce livre comprend deux sortes de caractères : le grand caractère est employé pour l'anatomie elle-même, le petit caractère est réservé aux applications physiologiques et pathologiques.

INTRODUCTION

Tous les animaux se nourrissent, se reproduisent, sentent et se meuvent ; beaucoup ont des facultés d'ordre supérieur qui font d'eux des êtres qui savent se souvenir, apprécier, délibérer, juger et se décider. A ce dernier point de vue, nul n'est aussi bien organisé que l'Homme. Les organes qui règlent ces fonctions fondamentales de nutrition, de reproduction, de sensibilité et de motricité, comme ceux qui président aux facultés affectives et intellectuelles, autrement dit à la psychicité, constituent dans leur ensemble le *système nerveux*.

Dans sa forme la plus élémentaire, ce système peut être représenté par une cellule centrale et deux fils conducteurs. L'un des fils relie la cellule à la périphérie, aux surfaces sensibles ou sensorielles du corps, et porte à la cellule centrale l'impression que ces surfaces reçoivent du monde extérieur. L'autre fil relie la cellule aux surfaces motrices ou secrétoires de l'organisme et porte à ses surfaces l'impulsion nécessaire à leur fonctionnement qu'il a reçue de la cellule centrale. En d'autres termes, la cellule nerveuse centrale réfléchit purement et simplement l'impulsion qu'elle reçoit du monde ambiant (pouvoir excito ou sensitivo-moteur). Ce mouvement sensitif et moteur qui constitue la vie, au fond, est automatique, inconscient. C'est le réflexe pur. Mais il peut être conscient et voulu conformément à la grande loi biophysique de la causalité. L'impression reçue à la périphérie est toujours portée à la cellule nerveuse centrale par le fil conducteur centripète (nerf sensitif ou sensoriel), mais là elle y est perçue, analysée, l'impression devient consciente (*sensation*) et le mouvement qui en résulte peut être immédiat ou différé, mais dans tous les cas, il n'a lieu qu'après réflexion et délibération. L'impulsion sensitive peut même s'emmagasiner dans la cellule qui, dès lors.

acquiert le *souvenir*, et ne reparaître sous la forme d'une impulsion motrice, d'un acte en un mot, que conduira toujours le fil conducteur centrifuge (nerf moteur), que plus tard et conformément aux acquisitions de l'expérience.

Bref, le système nerveux est le grand régulateur de la vie silencieuse et inconsciente qu'on a appelée la *vie organique*; c'est lui qui dirige la vie extérieure consciente ou inconsciente qu'on a appelée la *vie animale*. Il gouverne les relations qu'a l'homme avec le monde extérieur et avec lui-même, ce qu'on peut appeler la *vie psychique*, et domine aussi bien le réflexe pur, l'Inconscient, que l'acte délibéré, conscient et voulu.

Le *système nerveux* est le premier et le plus noble des systèmes organiques. L'étude de la moelle épinière et de l'encéphale mettra en évidence cette vérité. Il se compose de la *moelle épinière*, contenue dans le rachis, et de l'*encéphale*, renfermé dans le crâne (système nerveux central) et de cordons blancs, les *nerfs*, qui réunissent la moelle et l'encéphale à la périphérie (système nerveux périphérique), soit aux surfaces sensibles (nerfs centripètes, nerfs sensitifs et sensoriels), soit aux organes moteurs (nerfs moteurs et glandulaires (nerfs centrifuges).

Avant de passer à l'étude de la moelle épinière et à celle de l'encéphale, il importe de donner une idée de l'anatomie générale des centres nerveux, c'est-à-dire d'esquisser la structure de la substance de la moelle et du cerveau, sa composition chimique, son origine embryonnaire et les propriétés majeures des éléments nerveux qui constituent ces organes.

CHAPITRE I

Structure générale et composition chimique des centres nerveux.

Les centres nerveux se présentent sous deux aspects : sous celui d'une substance blanche et sous celui d'une substance grise. Ces deux substances sont non seulement différentes par leur couleur, mais elles le sont aussi par leurs particularités physiques et chimiques et par leur constitution anatomique.

La substance grise contient comme éléments caractéristique des *cellules nerveuses*, la substance blanche des *fibres nerveuses*, qui émergent des cellules de la substance grise et se portent vers les organes périphériques. Les deux substances possèdent enfin, comme éléments communs, un connectif, que l'on connaît sous le nom de *névroglie* et des *vaisseaux sanguins*.

Voyons ces divers éléments constitutifs du système nerveux central.

§ 1. — Cellules nerveuses des Centres.

Les cellules nerveuses sont les éléments caractéristiques et fondamentaux de la substance grise. Ce sont elles qui donnent à cette substance sa coloration propre. Chargées d'une forte proportion de pigment, elles sont noires, comme dans le *locus niger* de Sœmmerring des pédoncules cérébraux ; un peu moins pigmentées, elles sont grises, comme dans l'écorce du cerveau ou la substance centrale de la moelle épinière ; moins chargées encore de granules pigmentaires, elles sont rougeâtres, ainsi que cela se voit dans les noyaux rouges de la calotte des pédoncules du cerveau.

Leur dimension est très variable. Il y en a de très petites, témoins les myélocites, qui ont en moyenne 6 à 7 μ ; il en est des petites (10 à 20 μ), comme celles des cornes postérieures de la moelle épinière, de grandes (30 à 50 μ) comme dans les cellules étoilées des cornes antérieures de la moelle, et de géantes (100 μ et plus), ainsi qu'on peut le voir dans les zones motrices

du manteau cérébral. D'une façon générale, on peut dire qu'elles sont volumineuses dans les noyaux d'origine des nerfs moteurs et que leur grosseur est en rapport avec la longueur du tube nerveux qui en émane (PIERRET).

Leur forme est aussi variable que leurs dimensions (fig. 1 et 2). Elles sont le plus souvent polyédriques, dans certains endroits ovoïdes, ailleurs piriformes, comme dans l'écorce du cervelet, où elles portent le nom de cellules de Purkinje. Mais comme elles détachent le plus ordinairement plusieurs prolongements, elles prennent un aspect étoilé qui leur a fait donner le nom de *cellules multipolaires*, contrairement aux cellules des ganglions rachidiens qui sont unipolaires (1) et à celles des ganglions du nerf grand sympathique qui sont unipolaires, multipolaires, mais surtout bipolaires.

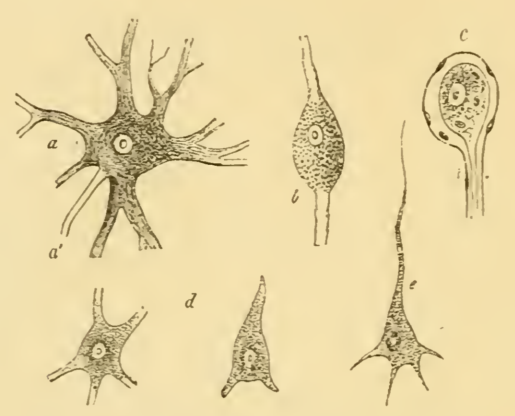


Fig. 1. — Différents types de cellules nerveuses.

a, cellule étoilée des centres nerveux avec a', prolongement de Deiters; b, cellule bipolaire des ganglions rachidiens des Poissons; c, cellule unipolaire des ganglions rachidiens de l'homme entouré de sa capsule (son prolongement se divise ultérieurement en T); d, cellule multipolaire; e, cellule pyramidale de l'écorce grise du cerveau.

Seulement, comme nous verrons que toute cellule nerveuse ne donne jamais naissance qu'à une seule fibre nerveuse, il s'ensuit que toutes les cellules nerveuses pourraient être considérées comme unipolaires.

La cellule nerveuse des centres se compose 1° d'une *masse de protoplasma* renfermant un *noyau* avec *nucléole*; 2° de *prolongements* simples ou ramifiés.

Le *protoplasma* de la cellule nerveuse était considéré autrefois comme formé d'une masse finement granuleuse dans laquelle, au niveau des prolongements du corps cellulaire, pénétraient des faisceaux de fibrilles qui, en s'entrecroisant·

(1) La bifurcation en T de la fibre nerveuse peu après son origine de la cellule ramène en somme ce type unipolaire au type bipolaire (RANVIER, RETZIUS).

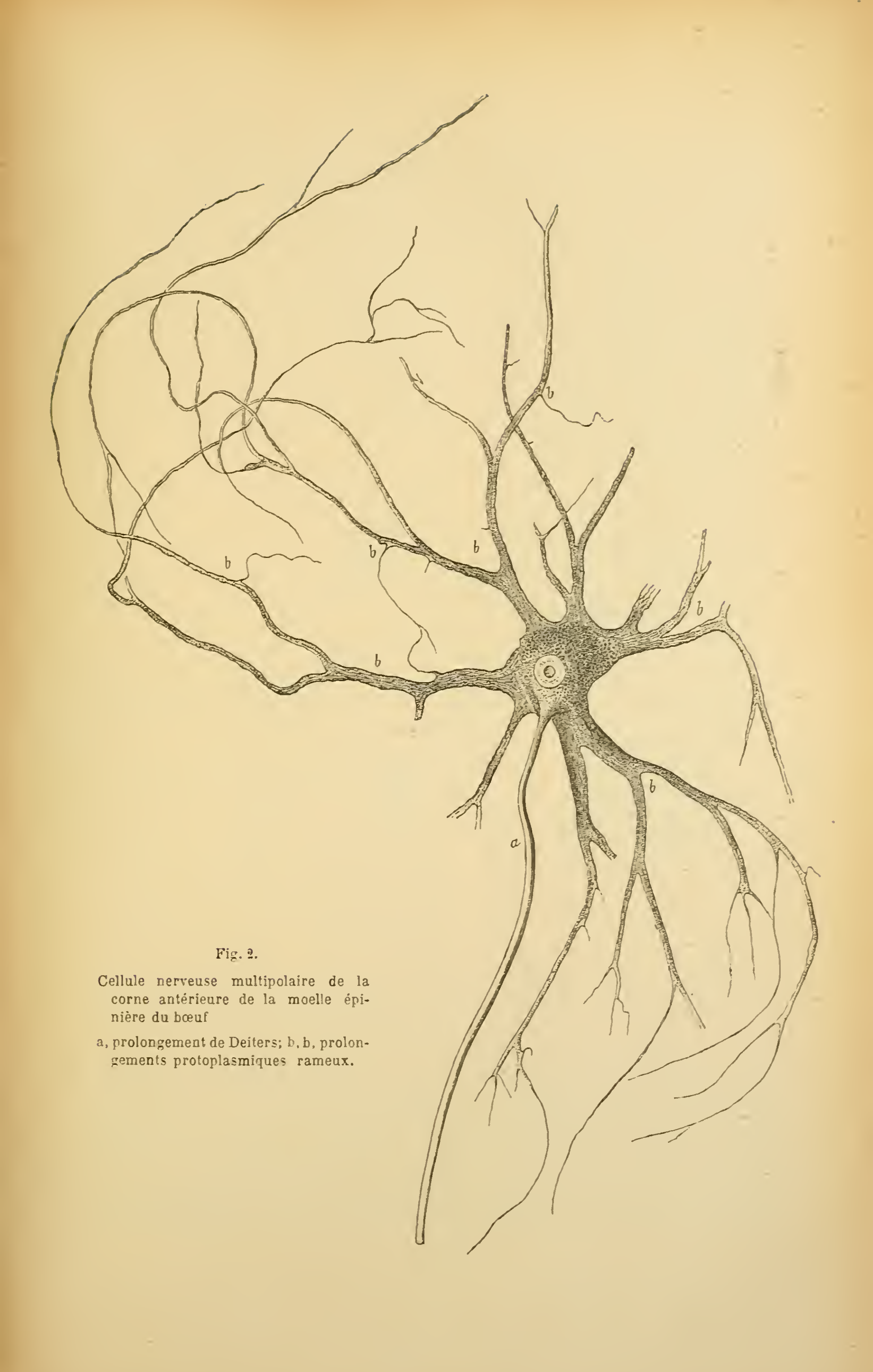


Fig. 2.

Cellule nerveuse multipolaire de la corne antérieure de la moelle épinière du bœuf

a, prolongement de Deiters; b, b, prolongements protoplasmiques rameux.

donnaient à la cellule un aspect strié. Mais depuis les recherches de Flemming, de Kupffer, etc., nous savons que le protoplasma de la cellule nerveuse, comme celui de beaucoup d'autres cellules, est constitué par un réseau délicat de trabécules dont les mailles sont remplies par une substance albuminoïde homogène. Le réseau a été désigné sous le nom de *protoplasma* et le suc intermédiaire sous celui de *paraplasma*. Au niveau de l'entrecroisement des trabécules on voit de petits renflements (nœuds du réseau) qui donnent au corps de la cellule l'aspect granuleux que nous avons signalé. C'est dans le paraplasme qu'est déposée la substance pigmentaire qui donne à la cellule sa coloration particulière. Autour du noyau le réseau ou reticulum protoplasmique semble se disposer en couches concentriques comme se disposent les couches de liber dans un tronc d'arbre (Rauber). A l'opposé des cellules des ganglions spinaux et du grand sympathique, la cellule des centres nerveux n'a pas de membrane d'enveloppe.



Fig. 3. — Cellules ganglionnaires du cerveau de l'homme.

1, cellule ganglionnaire dont le prolongement de Deiters a, devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse b; 2, 3, 4, cellules avec ramifications et prolongement de Deiters.

Le *noyau* des cellules nerveuses des centres forme une petite masse arrondie ou ovoïde. Ce noyau, comme dans tous les éléments cellulaires des autres catégories, est composé : 1° d'un *réticulum* dense et réfringent, formé de filaments réunis entrecoupés de nœuds; ce réticulum ou squelette nucléaire se colore vivement par tous les réactifs des noyaux (carmin, vert de méthyle, vésuvine, etc.), et porte le nom de *réseau chromatique*; 2° d'une substance intermédiaire, moins dense et homogène, qu'on a appelée le suc

nucléaire : comme elle reste incolore en présence des substances colorantes, on lui a réservé le nom de *substance achromatique*. Les nœuds du réseau se colorant plus fortement que le réseau chromatique, on leur a donné le nom de *chromatosomes*. Autour du noyau, la substance chromatique s'épaissit de façon à former une sorte de capsule ou membrane d'enveloppe, la *membrane nucléaire*. Enfin, dans l'intérieur du noyau se voit un petit corps réfringent, quelquefois double, c'est le *nucléole*.

Les *prolongements* des cellules des centres, plus ou moins nombreux, se détachent de la cellule au niveau de ses pôles et font suite aux faisceaux de fibrilles qui traversent le protoplasma. Ils sont de deux ordres : l'un reste unique, non ramifié, et se prolonge jusqu'à la périphérie sous la forme d'un cylindre-axe d'une fibre nerveuse : c'est le *prolongement de Deiters* (a, fig. 2 et b c, fig. 3) ; les autres, multiples, de 3 à 20, se divisent et se ramifient en un chevelu extrêmement ténu qui forme une espèce de réseau connu sous le nom de *réseau de Gerlach* : cette nouvelle catégorie de prolongements porte le nom de *prolongements protoplasmiques* (Voy. b b, fig. 2).



Fig. 4. — Cellules nerveuses d'un ganglion rachidien.

A, racine postérieure des nerfs spinaux ; B, racine antérieure des mêmes nerfs ; C, racine du grand sympathique ; D, nerf rachidien.

Quels sont les rapports des prolongements des cellules des centres entre eux et avec la cellule d'où ils émanent.

Tous les prolongements proviennent des fibrilles qui traversent le corps de la cellule et convergent vers les pôles pour constituer un faisceau de fibrilles qui n'est autre chose que le prolongement lui-même, qu'il s'agisse du prolongement de Deiters ou des prolongements protoplasmiques. Mais quant aux relations intimes des fibres avec le protoplasma ou le noyau de la cellule on ne les connaît pas. En d'autres termes on ignore l'origine exacte des fibrilles qui constituent les prolongements.

Chaque cellule multipolaire (cellule motrice) donne naissance à un prolongement de Deiters, c'est-à-dire à une fibre nerveuse. D'après les recherches de Laura, les cellules des cornes postérieures de la moelle épinière (cellules sensitives) fourniraient également un prolongement cylindre-axe, mais ce point d'histologie n'est pas définitivement acquis. D'autre part, d'après les recherches de Golgi (1) il n'est pas exact, comme on le

(1) Golgi, *Rech. sur l'histologie des centres nerveux* (Arch. ital. de Biologie, t. III, p. 285, 1883).

croyait jusqu'ici, que le prolongement de Deiters se maintienne toujours indivis pour aller directement constituer le cylindre-axe d'une fibre nerveuse; souvent, au contraire, ce prolongement fournit un certain nombre de filaments collatéraux qui sont autant de fibrilles nerveuses, et celles-ci vont, ou bien constituer un cylindre-axe d'une fibre nerveuse, ou bien se ramifier et leurs ramuscules vont se perdre dans un subtil réseau nerveux dans toute la substance grise. Le premier groupe de cellules semble appartenir au type psycho-moteur, le second au type psycho-sensitif. Mais comme ces deux formes d'éléments se trouvent réunis et mêlés dans toutes les régions des centres nerveux, Golgi en infère que l'anatomie microscopique ne paraît pas confirmer la localisation des fonctions cérébrales, et conclut en disant que ce n'est pas la spécificité des zones centrales qui fait la fonction, mais bien la spécificité des organes périphériques dans lesquels vont se perdre les fibres nerveuses. Enfin, tandis que Mauthner, Jacubowitz, Funke, etc., admettent l'anastomose des prolongements protoplasmiques des cellules des centres qui constitueraient de la sorte un vaste réseau, Max Schultze, Krause, Kölliker, Forel, Nansen, Golgi, Ramon y Cajal (1), etc., n'ont jamais pu mettre en évidence ces anastomoses. C'est dire que le réseau de Gerlach n'existe pas et que les communications des prolongements des cellules entre eux n'est qu'une communication de contact analogue à celle qui permet le passage du courant électrique lorsqu'on met en contact les deux électrodes d'une pile.

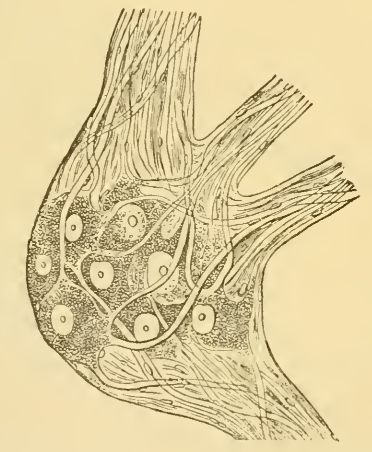


Fig. 5. — Cellules nerveuses d'un ganglion du grand sympathique.

La cellule nerveuse d'après la nouvelle doctrine serait donc *physiologiquement* unipolaire. L'union des éléments cellulaires se ferait par la ramification des prolongements cylindraxiles, qui font qu'une cellule nerveuse peut être en rapport avec un certain nombre de fibres nerveuses et des groupes étendus de cellules, car la spécificité des sensations dérive aussi de la spécificité des cellules nerveuses centrales, et non pas seulement, comme le veulent Meynert et Wundt simplement de leurs connexions avec des organes sensoriels périphériques spécifiquement différents.

(1) Ramon y Cajal. — *Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moelle.* (Anatomischer Anzeiger, 1890), et *Significación fisiológica de las expansiones protoplasmáticas y nerviosas de las cellulas de la substantia gris* (Revista de sciencias medicas de Barcelona, 1891). — A. Koelliker. *Zur feineren Anatomie des centralen nervensystems.* (Zeitschr. f. Wiss. Zoologie, p. 1-50 et 662-687, 1890).

§ II. — Fibres nerveuses des centres.

La fibre nerveuse des centres diffère notablement de celle des nerfs. On sait que dans les nerfs la fibre nerveuse se présente sous deux aspects, sous celui de fibres blanches, fibres à myéline, et sous celui de fibres pâles, fibres sans myéline, fibres nues ou fibres de Remak. Eh bien! dans l'encéphale et dans la moelle

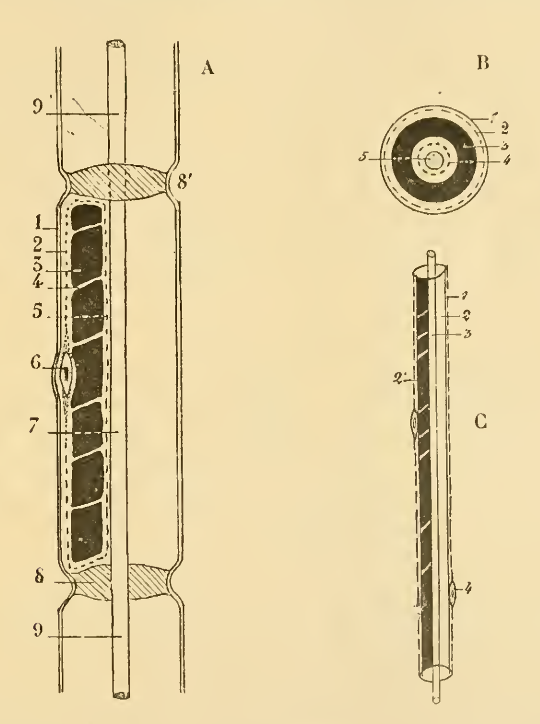


Fig. 6. — Fibres nerveuses vues en long et en travers. (Sections optiques schématiques).

A, fibre nerveuse des nerfs ; 1, gaine de Schwann ; 2, gaine protoplasmique externe ; 3, segments de Schmidt de la gaine de myéline ; 4, incisures de Lantermann ; 5, gaine protoplasmique interne ou gaine de Mauthner ; 6, noyau de la fibre nerveuse ; 7, cylindre-axe ; 8, renflement bi-conique de Ranvier ; 8', étranglement annulaire. — B, Fibre nerveuse des nerfs vue en coupe transversale ; 1, gaine de Schwann ; 2, gaine protoplasmique externe ; 3, manchon de myéline ; 4, gaine protoplasmique interne ; 5, cylindre-axe. — C, Fibre nerveuse des centres ; 1, gaine protoplasmique ; 2, gaine de myéline ; 3, cylindre axe ; 4, noyau de la fibre.

nous retrouvons ces deux ordres de fibres, mais les fibres pâles, dépourvues de gaine de myéline sont localisées dans la substance grise, tandis que les fibres à myéline constituent la substance blanche. Mais la fibre nerveuse blanche diffère dans les centres et dans les nerfs.

La fibre des nerfs, fibre à myéline, se présente sous la forme d'un fil blanc, large de 2 à 20 μ, qui court le long des nerfs sans jamais envoyer d'anastomose à ses voisines. Sous le champ du microscope elle se présente avec un double contour ; vient-on à éloigner l'objectif, son axe paraît obscur, ce qui, au premier abord, pourrait faire croire qu'elle est creuse, illusion qui arriva à Leuwenhoeck, qui l'appela pour cette raison *tube nerveux*.

La fibre nerveuse n'est pas régulièrement cylindrique ; de distance en distance elle présente des étranglements que Ranvier a appelés *étranglements annulaires* (8', fig. 6). Ces segments sont propres à la double gaine membraneuse et myélinique que nous allons étudier, mais non pas au fil central de la fibre qui, lui, est ininterrompu d'un bout à l'autre.

La fibre nerveuse est essentiellement composée, on le sait, d'une enveloppe, la gaine de Schwann ; d'un filament axial, le cylindre-axe ; et d'un manchon de myéline interposé entre la membrane de Schwannn et le cylindre-axe.

La *gaine de Schwann*, ainsi appelée du nom de l'anatomiste qui l'a bien étudiée, est une membrane mince et délicate, élastique, hyaline et transparente, comparable à la membrane d'enveloppe d'une cellule (1, fig. 6). A sa face interne, on voit de distance en distance, un par segment, des noyaux ovoïdes, entourés de quelques vestiges de protoplasma, ce sont les *noyaux de la gaine de Schwann* ou *noyaux de la fibre nerveuse* (6, fig. 6).



Fig. 7. — Origine et terminaison des fibres nerveuses.

a, fibre nerveuse cérébro-spinale ; b, même fibre après l'action coagulante du collodion : c. fibre du sympathique (fibre sans moelle) ; d, origine centrale d'une fibre nerveuse; e, sa terminaison périphérique (ramifications d'une fibre cutanée).

Le *cylindre-axe* (7, fig. 6) est un filament rigide, réfringent et d'aspect homogène, qui court d'un bout à l'autre de la fibre nerveuse sans aucune interruption, c'est-à-dire depuis son origine dans les cellules nerveuses jusqu'à sa terminaison dans les organes sensoriels ou les plaques motrices des muscles. Il n'est pas régulièrement cylindrique, mais paraît se rétrécir légèrement à son passage à travers les étranglements annulaires. Là aussi, il traverse une sorte de disque biconvexe, qui résulte de l'adossement des gaines protoplasmiques des deux segments voisins, et auquel Ranvier a donné le nom de *renflement biconique* (8, fig. 6). C'est à tort que Engelmann a cru que ce cylindre-axe présentait une brisure à ce niveau, et que conséquemment le cylindre-axe aurait été divisé en tronçons parallèles aux tronçons interannulaires de la fibre nerveuse. Ce qui a donné lieu à cette fausse interprétation, c'est que sous

l'action du nitrate d'argent, on voit se produire à la surface du cylindre-axe des stries transversales alternativement obscures et claires *(stries de Frommann)* qu'on peut poursuivre du reste jusqu'à la surface des cellules elles-mêmes (Grandry).

La constitution intime du cylindre-axe n'est pas homogène. Comme l'ont montré Max Schultze, Schwalbe, Waldeyer, etc., il est composé de fibrilles extrêmement minces, unies les unes aux autres par une substance cimentaire. — Certains histologistes (Klein, Ewald et W. Kuhne, etc.) lui accordent, en outre, une gaine hyaline propre formée de neurokératine.

La *gaine de myéline* qui est interposée entre le cylindre-axe et la gaine de Schwann, est interrompue comme cette dernière au niveau de chaque étranglement annulaire. C'est un manchon de substance grasse, fortement réfringent, d'aspect homogène et se colorant en noir par l'acide osmique. C'est cette gaine qui donne à la fibre nerveuse à moelle, sa coloration blanche caractéristique.



Fig. 8. — Terminaison des nerfs dans les parois de l'Intestin (Henle).

Cette gaine n'est pas homogène. Elle est formée par une série de segments superposés, imbriqués à la façon des tuiles d'un toit, séparés les uns des autres par des lignes claires. Les segments portent le nom de segments de *Schmidt* (3, fig. 6), les lignes claires sont appelées *incisures de Lantermann* (4, fig. 6).

La gaine de myéline n'est en contact direct ni avec le cylindre-axe ni avec la gaine de Schwann. A la surface du manchon de myéline se prolonge le protoplasma que nous avons mentionné plus haut à propos du noyau de la gaine de Schwann, de façon à constituer entre cette dernière gaine et le manchon de myéline, une lame de protoplasma qui, lorsqu'elle arrive au niveau des étranglements annulaires, se réfléchit et tapisse la face interne de la gaine de myéline. A la lame interposée entre la myéline et la gaine de Schwann, on donne le nom de *gaine protoplasmique externe,*

à celle qui siège entre le cylindre-axe et la myéline, on réserve le nom de *gaine protoplasmique interne* ou *gaine de Mauthner* (2 et 5 fig. 6). Il suit de là que de toutes parts le manchon de myéline de la fibre nerveuse est entouré d'une gaine de protoplasma. Mais ce n'est pas tout, celui-ci s'insinue dans les incisures de Lantermann, et dès lors réunissant en échelons, pour ainsi dire, la gaine protoplasmique externe et la gaine protoplasmique interne, il décompose le manchon de myéline en segments superposés. Ces segments ce sont les segments de Schmidt, et on comprend dès lors la signification des incisures de Lantermann (3 et 4 fig. 6).

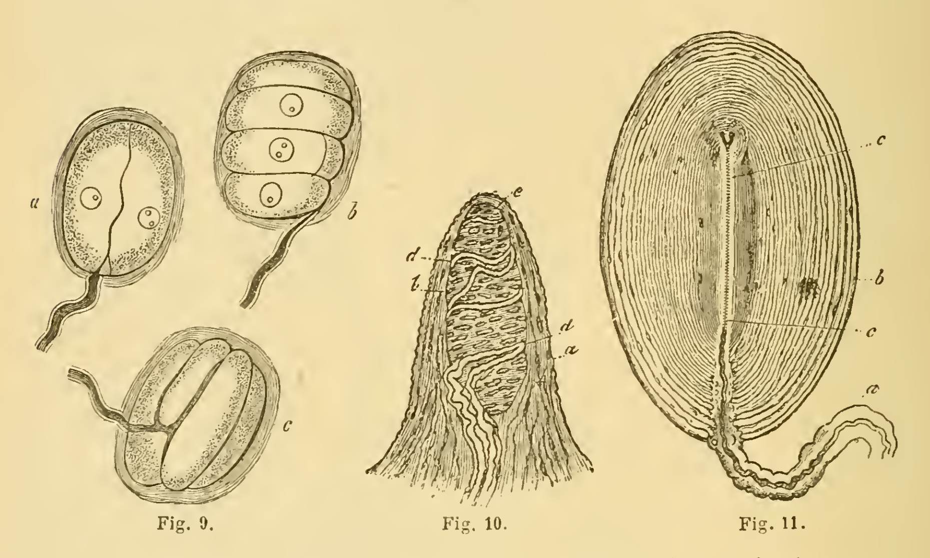


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 9. — Corpuscules tactiles du bec de canard (a) et de ses papilles linguales (b, c).

Fig 10. — Corpuscules de Meissner.

a, papille dermique ; b, corpuscule du tact ; c, fibre nerveuse spiralée qui vient se terminer dans le corpuscule.

Fig. 11. — Corpuscule de Pacini.

a, fibre nerveuse qui vient se terminer dans le corpuscule ; b, capsule stratifiée du corpuscule ; c, c, terminaison du cylindre-axe dans le corpuscule.

Pour certains auteurs, la structure de la gaine de myéline ne serait pas tout à fait celle-ci. Dans son intérieur on trouverait une sorte de charpente formée de bâtonnets disposés en rayons de roue, du cylindre-axe à la gaine de Schwann. Ces bâtonnets seraient anastomosés les uns avec les autres de façon à constituer une sorte de canevas dans lequel est plongée la myéline (Golgi, Rezzonico, Carthy). Ce canevas correspond à la gaine et au réseau de substance cornée (neurokératine) qu'Ewald et Kuhne avaient décrit antérieurement dans la myéline et autour du cylindre-axe.

Telle est la structure de la fibre nerveuse complète, comme est celle qu'on trouve dans les nerfs. La fibre des centres nerveux diffère de cette dernière : 1° en ce qu'elle n'est point garnie de membrane de Schwann ;

2° en ce qu'elle n'a point d'étranglements annulaires. En d'autres termes, la fibre nerveuse de la moelle et de l'encéphale comprend un cylindre axe et un manchon de moelle ininterrompu enveloppé d'une gaine protoplasmique continue, présentant de distance en distance un noyau analogue à celui de la gaine de Schwann (C, fig. 6).

En ce qui concerne l'*origine* et la *terminaison* des fibres nerveuses, on peut aujourd'hui admettre que chaque fibre est un fil conducteur qui met en communication les cellules excito-motrices des centres nerveux avec des agents moteurs ou sécrétoires et des organes sensitifs de l'organisme. Au moment où la fibre nerveuse pénètre dans la moelle épinière ou le cerveau, la gaine de Schwann s'évanouit et semble se confondre à la surface de ces organes avec les éléments de la pie-mère. Réduite à son cylindre-axe et à sa gaine de myéline, la fibre nerveuse continue son trajet dans l'épaisseur de la substance blanche, se dépouille de son cylindre de moelle une fois entrée dans la substance grise et reste réduite dès lors à son cylindre-axe qui se confond avec le prolongement de Deiters de la cellule des centres nerveux. — Telle est l'*origine* de la fibre nerveuse (d, fig. 7). Sa *terminaison* se fait de la façon suivante : Après un certain trajet dans le tronc du nerf, la fibre nerveuse se divise à la périphérie en un bouquet terminal (dans la plaque motrice des muscles), se jette dans une cellule sensorielle (bâtonnets de la rétine, organe de Corti, épithélium olfactif), se porte dans un corpuscule sensitif spécial (corpuscule de Meissner ou du tact, corpuscules du goût, corpuscules tendineux de Golgi), ou enfin se divise en de nombreuses fibrilles qui s'anastomosent pour former des plexus terminaux (plexus nerveux de la cornée), ou restent libres (aponévroses).

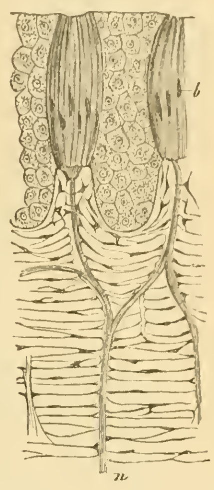


Fig. 12. — Organes gustatifs de la bouche de la tanche (E. Schultze).

n, filets nerveux ; b, gobelets gustatifs.

Dans le système nerveux central, il n'y a point de *fibres de Remak*, c'est-à-dire de fibres nues, pâles ou grises, réduites au cylindre-axe et à la gaine de Schwann. — Ces fibres nues se rencontrent surtout dans les nerfs du grand sympathique dont certains (splanchniques, etc.), contiennent aussi cependant des fibres blanches.

§ III. — Névroglie.

Dans la substance grise comme dans la substance blanche des centres nerveux, on trouve une substance intermédiaire aux cellules et aux fibres nerveuses qui porte le nom de *névroglie*. Désignée encore sous le nom de *tissu connectif des centres* par divers auteurs (Ranvier, Golgi), elle ne doit plus être confondue avec le tissu conjonctif vrai que l'on peut trouver dans les centres nerveux sur le trajet des vaisseaux sanguins, depuis que

Ch. Robin et Henle ont démontré que sa nature chimique est toute différente de celle du tissu conjonctif, et surtout depuis que Ranvier, J. Renaut, etc.. ont fait voir qu'elle dérive du neuro-épithélium primitif (1).

Cette substance se présente, tantôt sous la forme de filaments très fins assemblés en réseaux serrés, comme dans la substance grise; tantôt sous l'aspect de lamelles réticulées limitant des espaces dans lesquels passent les fibres nerveuses, comme dans la substance blanche des cordons de la moelle épinière. Ailleurs, la névroglie se montre sous la forme d'une substance homogène, gélatiniforme, comme autour du canal épendymaire *(gelée de Stilling)* ou dans le sillon collatéral postérieur de la moelle (*substance gélatineuse de Rolando*).

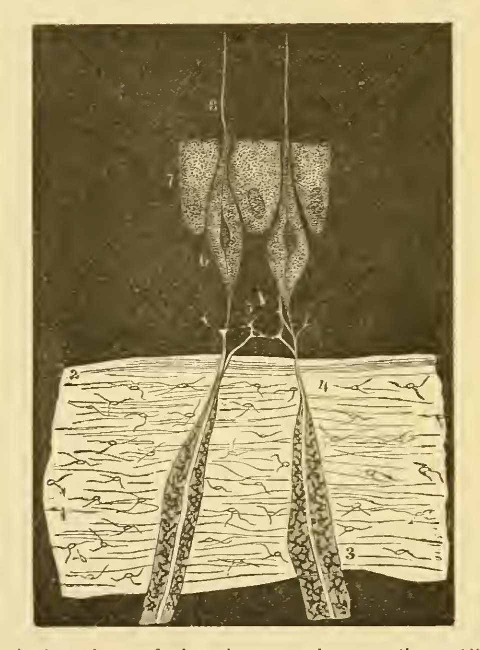


Fig. 13. — Terminaison des nerfs dans les ampoules acoustiques (d'après Rüdinger).

1, 2, cartillage de la paroi des ampoules; 3, 4, 5, fibre nerveuse; 6, cellules auditives; 7, cellules de soutien; 8, poils auditifs.

Outre ces fibres et ces lamelles, la névroglie contient des cellules étoilées aplaties et nucléées, les *cellules névrogliques* (2, fig. 17), qui paraissent posséder

(1) E. Lahousse. — *Recherches sur l'ontogénèse du cervelet* (Archives de Physiologie belges, 1888) admet que la névroglie se continue avec le reticulum protoplasmique des cellules nerveuses et que les cellules ganglionnaires proviennent des cellules névrogliques. Il repousse aussi l'opinion de Stricker, Unger, Schwalbe, etc., qui font de la névroglie un tissu de l'ordre des tissus conjonctifs.

de nombreux prolongements et que pour cette raison on a appelées *cellules en araignée*. A l'aide de ces prolongements, les cellules de la névroglie s'anastomosent ensemble et constituent un réseau très compliqué, qui englobe dans ses mailles les éléments nerveux. Elle joue le rôle d'un véritable ciment qui réunit en un tout les fibres et les cellules nerveuses. Elle remplit le rôle de la substance intercellulaire dans les épithéliums et le corps de ses cellules présentent de nombreuses crêtes d'empreinte comme les cellules du corps muqueux de Malpighi de l'épiderme. A la surface du cerveau et de la moelle épinière, de même que dans la substance gélatineuse, on trouve un réseau très fin, qui a la même origine embryonnaire que la névroglie, mais qui s'en distingue par sa nature cornée; c'est la *kératine spongieuse* également pourvue de cellules étoilées. Enfin, la substance gélatineuse de Rolando contient, outre le réseau corné, des fibres nerveuses qui ne font que la traverser, et des cellules nerveuses multipolaires.

La névroglie est donc une matière cimentaire nerveuse. Avec elle se confond la gaine de Schwann de la fibre nerveuse, qui pénètre dans les centres et se réduit là, comme nous l'avons dit, au cylindre-axe et à la gaine de myéline.

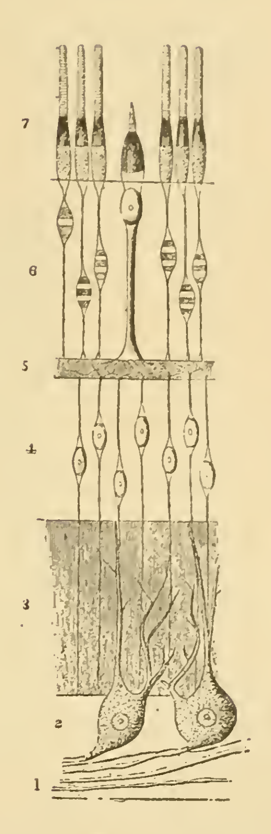


Fig. 14. — Terminaison des nerfs dans la rétine.

1, fibres du nerf optique; 2, cellules ganglionnaires; 3, couche granuleuse interne; 4, cellules de la couche nucléaire interne; 5, couche granuleuse externe; 6, cellules de la couche nucléaire externe; 7, couche des bâtonnets et des cônes.

§ IV. — Structure de la substance grise.

La substance grise est formée: 1° de cellules nerveuses; 2° de cellules névrogliques; 3° d'éléments fibrillaires représentant les prolongements des cellules nerveuses et des cellules névrogliques; 4° d'un réseau intermédiaire constitué par ces fibrilles ramifiées et emmêlées, réseau de Gerlach; 5° de vaisseaux sanguins.

Nous connaissons les éléments cellulaires nerveux et névrogliques, nous savons aussi quelle disposition affectent les prolongements des cellules nerveuses dont les uns se divisent en un chevelu inextricable et dont les autres sont l'origine des cylindres-axes des fibres nerveuses. Ajoutons seulement ici que le réseau intermédiaire formé de fibrilles émanées à la fois des cellules névrogliques ne serait pas un réseau fermé comme on l'ensei-

gnait depuis Gerlach, mais, qu'au contraire, il serait constitué par des réseaux indépendants, juxtaposés, entre-mêlés d'une façon presque inextricable, mais conservant leur invidualité propre. Existe-t-il entre ces reticula une substance intermédiaire unissante, une sorte de matière cimentaire ? Quelques auteurs l'ont pensé, mais nous ne savons encore rien de précis à cet égard (1).

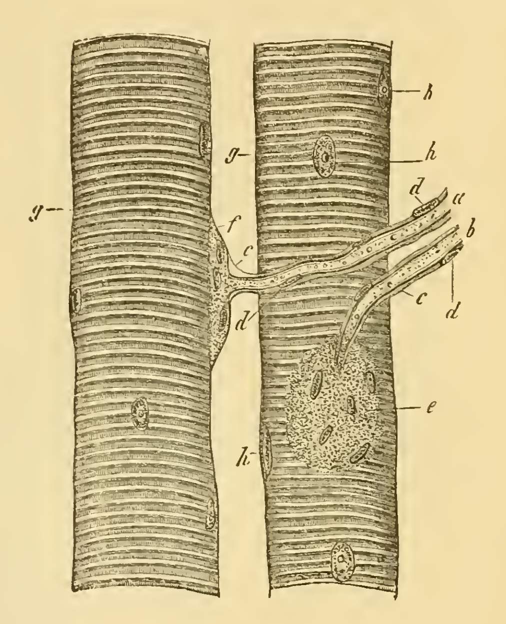


Fig. 15. — Terminaisons des nerfs dans les muscles.

a, b, cylindre-axe ; c, c, gaîne de Schwann ; d, d, noyaux de la gaine de Schwann ; e, f, plaques motrices ; g, g, noyaux du sarcolème de la fibre musculaire.

On trouve encore dans la substance grise quelques fibres blanches comme égarées qui la traversent dans ses confins, et des vaisseaux.

(1) Jean Masius. *Recherches histologiques sur le système nerveux central* (Archives de biologie belges, 1892), tout en n'acceptant point le réseau de Gerlach, admet des connexions entre les cellules des centres et entre leurs prolongements. D'après cet auteur un cylindre-axe peut se bifurquer en fourche et s'anastomoser par l'une des branches de la fourche avec un cylindre-axe d'une autre cellule ; les prolongements protoplasmiques pourraient s'unir par leurs ramifications et unir de la sorte les cellules nerveuses entre elles, et enfin, il existerait aussi des anastomoses entre les prolongements de Deiters et les prolongements protoplasmiques.

Ce sont ces fibres blanches qui découpent la corne latérale de la moelle épinière dans sa portion cervicale, et donnent lieu à la formation réticulée de Deiters que nous étudierons à propos de la moelle. Quant aux vaisseaux, ils pénètrent dans la substance grise entourés d'une gaine de tissu conjonctif émanée de la pie-mère et qu'ils ont comme entraînée à leur passage dans cette membrane.

C'est à ces gaines, qui forment une sorte d'étui autour du réseau capillaire disposé sous forme de mailles arrondies, et aussi autour des artérioles et des veinules, et dans lesquelles semblent flotter les vaisseaux, qu'on a donné le nom de *gaines périvasculaires*. Suivant Axel Key et Retzius, ces gaines seraient formées de tissu conjonctif lâche et revêtues sur leurs deux faces d'un endothélium. Entre elles et les vaisseaux, on trouve un espace rempli de lymphe qui serait, selon certains auteurs, l'origine des lymphatiques, mais on a fait remarquer qu'en y poussant une injection, on n'injecte pas les ganglions voisins. D'autres anatomistes ont admis, de leur côté, que ces gaines faisaient partie du système lacunaire sous-pial, connu sous le nom d'*espace épicérébral* et *épispinal* de His. — Enfin, Pouchet et Tourneux ont pensé qu'elles pourraient bien représenter simplement le prolongement dans l'intérieur des centres nerveux du tissu cellulaire sous-arachnoïdien.

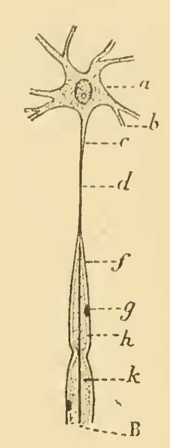


Fig. 16. — Origine centrale des nerfs.

a, cellule nerveuse ; b, ses prolongements rameux; c, son prolongement de Deiters ; d, cylindre-axe ; f, gaine de Schwann ; g, noyau de la fibre nerveuse; h, gaine protoplasmique ; k, gaine de myéline.

§ V. — Structure de la substance blanche.

La substance blanche est constituée par des faisceaux de fibres blanches comme engainés par une enveloppe lamelleuse de névroglie et séparés les uns des autres, plus ou moins, par des tractus de tissu conjonctif détachés de la pie-mère et constituant une sorte de charpente de soutènement qui contient les vaisseaux sanguins. On y rencontre aussi des cylindres-axes qui y cheminent plus ou moins loin et qui proviennent de la substance grise, et des vaisseaux, enfin, qui s'y anastomosent en un réseau à mailles allongées, parallèles à la direction des fibres nerveuses. Ce réseau sanguin est entouré d'une gaine périvasculaire comme dans la substance grise.

§ VI. — Composition chimique des centres nerveux.

La *réaction* de la substance des centres nerveux est alcaline à l'état de repos et acide pendant le travail cérébral, en même temps que l'acide phosphorique augmente dans les urines. Le *poids spécifique* varie pour les deux substances, celui de la substance blanche est de 1040, celui de la substance grise, de 1053.

La proportion en eau et en matières solides n'est pas la même non plus dans les deux substances.

	Substance grise	Substance blanche
Eau	820	683
Matières solides	180	317
	1000	1000

(Pétrowski).

Le tableau suivant montrera la composition du cerveau dans trois âges différents :

	Enfant.	*Adulte.*	*Vieillard.*
Eau	827	724	738
Matières albuminoïdes (albumine, glutine)	70	95	87
Graisses et corps gras phosphorés (lécithine, protagon)	43	79	53
Matières extractives dérivées des lécithines et protagon (névrine, cérébrine, acide cérébrique, cholestérine, créatine, leucine, xanthine, urée, acide lactique, etc)	60	102	122
	1000	1000	1000
Sels minéraux (phosphates, sulfates, acide phosphorique, etc)		25	

(Lhéritier).

Le protagon, qui contient de l'azote et du phosphore, est une glucoside que Diakonow et Hoppe-Seyler considèrent comme un mélange de lécithine et de cérébrine. Dans 100 gr. de *cendres* de substance cérébrale, Breed a trouvé : potasse, 32 ; soude, 11 ; magnésie, 2 ; chaux, 0,7 ; chlorure de sodium, 5 ; phosphate de fer, 42 ; acide phosphorique combiné, 39.

§ VII. — Origine embryonnaire des centres nerveux.

Lorsque le développement du germe a donné lieu aux feuillets du blastoderme, on voit sur la ligne axiale de l'ébauche embryonnaire, le feuillet externe ou ectoderme s'épaissir sous la forme d'une plaque que nous appellerons *plaque neurale*. Bientôt cette plaque s'incurve en son milieu de façon à donner lieu à un sillon qui s'allonge peu à peu le long de l'embryon ; ce sillon c'est ce que l'on a appelé la *gouttière médullaire*. Cette gouttière se continue à droite et à gauche avec le reste de l'ectoderme sous la forme d'un angle ou d'une arête ; à ces arètes on a donné le nom de *crêtes dorsales*.

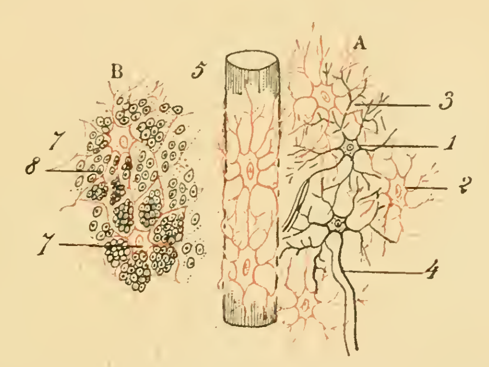


Fig. 17. — Schème de la disposition relative et réciproque des éléments nerveux et des éléments névrogliques.

1, cellule nerveuse ; 2, cellule névroglique : 3, réseau de Gerlach ; 4, cylindre-axe d'une fibre nerveuse ; 5, faisceau nerveux : cellule araignée à la surface d'un faisceau ; 7, 7, cellules névrogliques ; 8, fibres nerveuses coupées en travers. — A, substance grise. — B, substance blanche. (Les éléments névrogliques sont en rouge).

Un peu plus tard la gouttière s'accentue et se complète ; elle s'enfonce de plus en plus dans le feuillet moyen du blastoderme ou mésoderme et tend à se séparer de l'ectoderme. C'est en effet ce qui arrive un peu plus tard. Les crêtes dorsales se rapprochent et s'unissent, la gouttière médullaire est désormais transformée en un tube qu'on nomme *canal médullaire primitif*, et qui ne tient plus à l'ectoderme que par un petit pont dorsal. Celui-ci disparaît lui-même plus tard par suite de l'infiltration du mésoderme entre l'ectoderme et le tube médullaire, et de la sorte s'est formé un cylindre épithélial qui règne le long de la ligne axiale et dorsale de l'embryon et qui dérive du feuillet externe du blastoderme.

Ce cylindre épithélial, c'est l'origine de la moelle épinière et de l'encéphale. Dans la région du corps de l'embryon, il reste cylindrique et forme un organe

très allongée qui se loge dans le canal rachidien, c'est la moelle épinière. Dans la région de la tête, il se renfle en plusieurs ampoules superposées ; il y en a trois d'abord, ce sont les *trois vésicules cérébrales primitives*, puis cinq : c'est aux dépens de ces vésicules que se constitue l'encéphale. Dans

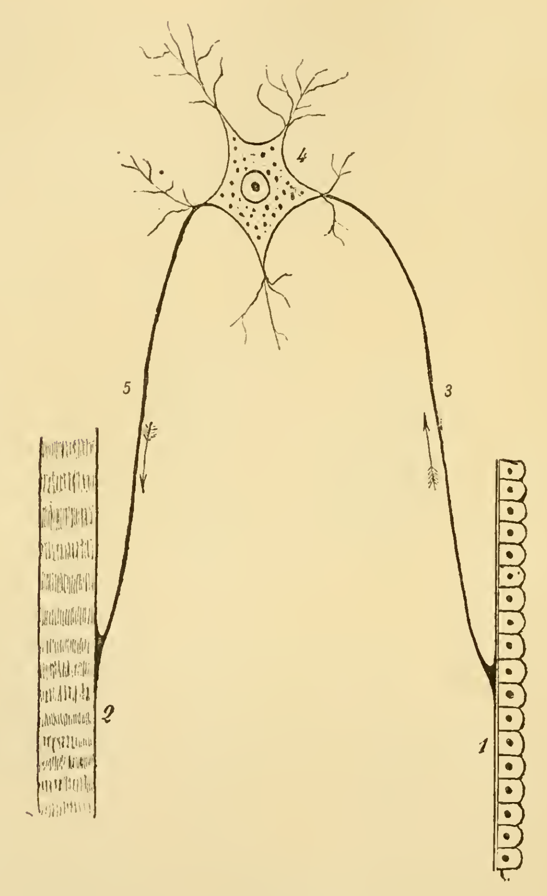


Fig. 18. — Arc réflexe simple ou médullaire.

1, surface sensible (peau, etc.) ; 2, organe réactionnel (muscle) ; 3, conducteur centripète (nerf sensitif); 4, cellule nerveuse (centre de réflexion); 5 conducteur centrifuge (nerf moteur). — Les flèches indiquent le sens du courant nerveux.

le canal central ou épendymaire de la moelle épinière, comme dans les ventricules de l'encéphale, nous retrouvons les vestiges du canal du tube médullaire primitif et des vésicules cérébrales. Quant aux parois ou corps de l'encéphale et de la moelle épinière, nous verrons plus tard comment

elles se forment, disons seulement ici qu'elles dérivent de la multiplication et de l'évolution des cellules épithéliales du canal neural primitif détaché do l'ectoderme. Ces cellules épithéliales unies en une membrane forment ce que l'on appelle le *neuro-épithélium primitif*, qui, par ses divisions successives, fournit à la fois les cellules nerveuses et les éléments de la névroglie. Quant aux fibres nerveuses, nous savons que ce sont les émanations des cellules nerveuses. D'abord réduites à l'état de fibres pâles, elles s'enveloppent à des époques variables pour chaque cordon de la moelle et chaque faisceau cérébro-médullaire, d'un manchon de myéline et passent de la sorte à l'état de fibres nerveuses complètes, adultes pour ainsi dire, et aptes à fonctionner.

Je renvoie à l'étude du développement de la moelle et du cerveau l'achèvement de cette intéressante question d'organogénie.

§ VIII. — Fonctions majeures des éléments nerveux.

La fibre nerveuse est excitable ; on peut impressionner un nerf sur tout son parcours en le pinçant, en le galvanisant, etc. La section des nerfs paralyse l'organe auquel ils se rendent, et leurs filets sont indépendants les uns des autres, car l'on peut dissocier leurs effets. La réaction qui résulte de leur excitation, dépend absolument de la nature de l'appareil dans lequel ils se rendent. Si c'est un appareil moteur, ils produisent du mouvement, si c'est un appareil sensitif ou sensoriel, une sensation. Les fibres nerveuses paraissent donc jouer le rôle de simples fils conducteurs, capables de transmettre l'influx aussi bien dans un sens que dans l'autre, encore cependant que l'expérience de VULPIAN à cet égard (soudure d'un nerf moteur à un nerf sensitif) et celle de PAUL BERT (greffe de la queue d'un rat sur le dos de l'animal, suivie de section de la queue à sa base) ne soient pas démonstratives. Mais comme l'excitation d'un nerf en son milieu donne lieu à la *variation négative* de chaque côté, il ne saurait en être autrement.

Ebranlé en un point, le nerf sensitif donne toujours lieu à une impression que l'on rapporte à la périphérie : cette excentricité des sensations explique quelques hallucinations, et permet de comprendre qu'un amputé puisse souffrir d'un membre qu'il n'a plus depuis longtemps.

La vitesse de l'onde nerveuse est égale à 135 mètres environ par seconde, ce qui différencie tout de suite le fluide nerveux du courant électrique, mais de nombreuses influences, — la température en particulier — modifient considérablement cette vitesse (1).

(1) D'autres faits distinguent nettement le fluide nerveux du courant électrique. Si le courant nerveux était de même nature que le courant électrique, lorsqu'on irrite un nerf sur lequel on a disposé un circuit avec galvanomètre, le courant qui parcourt le circuit devrait être renforcé ; or, c'est l'inverse qui a lieu puisque l'aiguille du galvanomètre revient à 0. L'excitation portée sur un conducteur électrique, d'autre part, est d'autant plus intense qu'elle est portée plus près de l'appareil récepteur. Ici encore, c'est l'opposé pour le nerf.

La cellule nerveuse ne paraît pas être excitable d'une manière artificielle, mais par sa nutrition même elle donne naissance à des mouvements spontanés, ce qui constitue le *pouvoir auto-moteur* ou *excito-moteur*. L'état d'excitation des cellules des hémisphères cérébraux peut s'accompagner d'*état de conscience*.

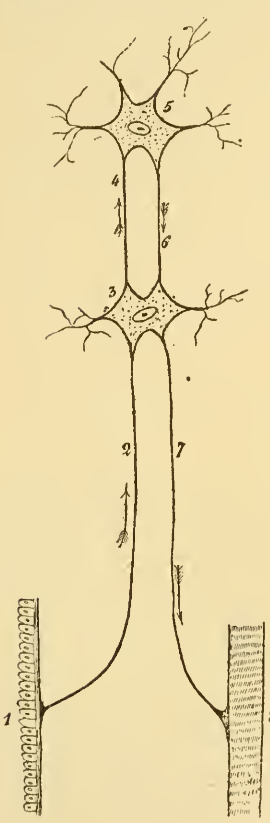


Fig. 19. — Arc réflexe complexe ou médullo-encéphalique.

1, surface sensible ; 2, nerf sensitif ; 3, centre réflexe médullaire ; 4, trajet centripete médullo - encéphalique ; 5, centre réflexe encéphalique ; 6, trajet centrifuge encéphalo-médullaire ; 7, nerf moteur; 8, organe du mouvement (muscle).

La cellule nerveuse des centres et des ganglions nerveux eux-mêmes est capable de recevoir l'impression que lui amènent les fibres nerveuses sensitives et de transmettre aux fibres motrices qui en émanent un ordre de mouvement, une sorte d'influx après qu'un ébranlement sensitif est venu la secouer. Cet acte sensitif, qui peut être inconscient ou conscient, constitue l'*irritabilité* de la cellule nerveuse ; l'ordre donné aux organes moteurs forme ce que l'on appelle le *pouvoir excito-moteur* de la cellule et la propagation des ébranlements est connue sous le nom de *conductibilité*. L'ensemble de ces phénomènes constituent ce que l'on a nommé l'*acte réflexe*. Celui-ci, qui a pour appareil un arc, l'*arc réflexe* (fig. 17, 18, 19 et 20), constitué d'une part par les conducteurs sensitifs et moteurs et d'autre part par la cellule nerveuse intermédiaire où aboutissent ces conducteurs, est le phénomène par lequel les centres nerveux ou ganglionnaires *réfléchissent* vers la périphérie en actions motrices adaptées, les ébranlements sensitifs qui les atteignent et qui viennent, soit directement du monde extérieur soit de l'intérieur. L'arc réflexe, avec son centre et ses deux fils que traversent les courants centripète et centrifuge, forme donc un circuit complet, dont l'appareil excitateur est représenté par une paire de nerfs rachidiens ou crâniens.

Mais non seulement la cellule nerveuse a ce pouvoir de réfléchir en la transformant l'onde sensitive qu'elle reçoit, mais elle a aussi la faculté de retenir cette onde, de l'analyser, de s'en souvenir (pouvoir de rétentivité et de mémoration) et de la projeter plus tard, comme automatiquement ou consciemment, sur le fil conducteur qui va actionner les organes moteurs de la machine animale. Or, les phénomènes les plus compliqués de la vie organique, silencieuse et cachée, ou de la vie animale extérieure et bruyante, sont des actions réflexes simples ou des combinaisons, des associations de réflexes, et l'on pourrait à ce point de vue, comparer le système nerveux au réseauté léphonique de nos grandes villes : Les organes terminaux, organes sensitifs et sensoriels et organes moteurs, seraient représentés par les sonneries d'appel

d'une part et les appareils récepteurs de l'autre, les cordons nerveux correspondraient aux fils conducteurs et transmetteurs, et les centres nerveux seraient figurés par le bureau central chargé d'établir les communications convenables et appropriées entre les différents cordons conducteurs ou les divers réseaux qui mettent en présence l'organe d'appel (organe sensitif et sensoriel), l'organe élaborateur et discernant (cellule des centres) et l'organe actif, l'agent du mouvement (muscle). Ajoutons enfin que l'*intensité de la réaction*, jusqu'à un certain point, dépend de l'intensité de l'excitation. C'est ainsi que se généralisent les réflexes, mais nous étudierons plus amplement cette importante question à propos des fonctions de la moelle épinière.

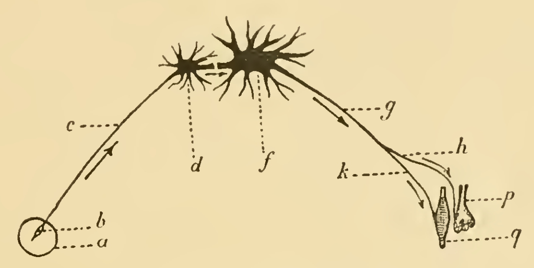


Fig. 20. — Arc nerveux.

a, organe sensoriel ; b, ses cellules sensibles ; c, nerf sensitif ; d, cellules nerveuses sensitives ; f, cellules nerveuses motrices ; g, nerf centrifuge ; h, nerf glandulaire se rendant à une glande (p) ; k, nerf moteur se rendant à un muscle (q).

Quand le mouvement part des centres (groupes de cellules), il envoie ainsi du mouvement à la périphérie, la cellule nerveuse transforme l'énergie qu'elle a reçue de l'extérieur sous une autre forme (impression) : c'est l'*action réflexe pure*. Mais cette action peut aussi être provoquée par une excitation intérieure partie d'un autre groupe cellulaire, c'est l'*acte* dit *spontané*. Mais de plus, l'action des centres peut être modifiée par l'influence des centres placés plus haut. Partie de la cellule-centre, l'excitation, au lieu d'être directement portée à la périphérie pour y produire, ici un mouvement, là une sécrétion, peut se porter sur une autre cellule nerveuse plus rapprochée de la périphérie et en modifier l'action propre, l'exciter ou la ralentir. Vous marchez tout en pensant à autre chose; subitement vous vous arrêtez. Que s'est-il passé? Vous marchiez par pure action réflexe, avec votre moelle seule, votre cerveau pensant à tout autre chose. Une pensée vous traverse l'esprit, une incitation part de vos cellules cérébrales, gagne les cellules de la moelle et suspend le réflexe qui se produisait. Un réflexe peut donc être provoqué, accéléré, ralenti, suspendu par l'action d'une cellule plus haut placée, plus élevée dans la hiérarchie des cellules nerveuses. Il y a donc des *nerfs d'arrêt* dont le plus bel exemple peut-être est fourni par le pneumogastrique. L'excitation vive du bout périphérique de ce nerf préalablement coupé au cou, arrête en effet le cœur, tandis que l'excitation de son bout central arrête la respiration.

Eh bien! ces phénomènes d'*inhibition*, qui peuvent être produits expérimentalement, sont également susceptibles de se présenter sous l'influence des émotions vives ou de la maladie et jouent un rôle considérable dans la vie organique et dans la vie animale de l'homme.

Mais non-seulement, l'action d'une cellule nerveuse mise en jeu par une excitation

quelconque extérieure ou intérieure, peut transmettre, réfléchir simplement le mouvement qu'elle reçoit au moment, mais elle peut aussi emmagasiner l'énergie et la rendre plus tard sous forme de mouvement volontaire, en apparence spontané.

Il en est de même de la sensibilité. Une impression est transmise de la périphérie aux centres par un nerf centripète; elle peut s'arrêter aux premiers centres qu'elle rencontre (moelle épinière), s'y emmagasiner ou s'y réfléchir; elle peut, au contraire, monter plus haut, gagner les cellules cérébrales et engendrer une sensation.

Le système nerveux produit l'*action vaso-motrice* d'une façon analogue. De même que l'action nerveuse descendue d'un centre supérieur peut agir pour augmenter ou suspendre l'acte réflexe des centres médullaires, par le grand sympathique parvient aux vaisseaux l'action réflexe de tonicité; de là l'effet vaso-constricteur lorsqu'on excite les nerfs de ce genre. Mais il y a d'autres nerfs à côté de ceux-là dont l'excitation suspend l'action réflexe de tonicité: de là l'effet vaso-dilatateur.

Mais s'il y a des nerfs excitateurs, des nerfs d'arrêts, il y aussi des *nerfs secrétoires* indépendants des nerfs vaso-moteurs, puisque l'action de la corde du tympan s'exerce encore sur la sécrétion de la glande sous-maxillaire, même quand on a lié les carotides (Ludwig), et qu'inversement, après avoir paralysé l'action sécrétoire de la corde du tympan à l'aide du curare (Von Wittich), ou mieux de l'atropine (Heidenhain, Vulpian), on ne modifie en rien l'action vaso-motrice sur la glande sous-maxillaire.

Enfin le système nerveux a une action incontestable sur la nutrition des tissus (action trophique); aussi devons-nous nous attendre à ce que les maladies de ce système aient un grand retentissement sur la nutrition générale.

Le *système nerveux* ou *axe cérébro-spinal* est formé, avons-nous dit, par une tige cylindroïde irrégulière renfermée dans le canal vertébral, la *moelle épinière*, et par une masse renflée contenue dans la boîte crânienne, l'*encéphale*, qui n'est que l'épanouissement de la partie supérieure de la moelle. — Il se compose donc : 1° de la *moelle épinière*, dont le couronnement supérieur en forme de chapiteau porte le nom de *bulbe rachidien* ; — 2° de l'*encéphale*, qui comprend : *a*, le *cervelet* en arrière ; — *b*, le *cerveau* en avant. Entre le cerveau, le cervelet et la moelle épinière, on voit une portion rétrécie, l'*isthme de l'encéphale* ou point de réunion du cerveau et du cervelet au bulbe, à la protubérance et aux pédoncules cérébraux. L'isthme de l'encéphale se compose de la *protubérance annulaire*, des *pédoncules du cerveau*, des *pédoncules du cervelet* et des *tubercules quadrijumeaux*. Toutes ces parties centrales du système nerveux, nous le savons, sont reliées à la périphérie par les nerfs ; elles sont protégées par les os du crâne et les vertèbres, et de plus enveloppées par des membranes propres, les *méninges*, par lesquelles nous commencerons l'étude du système nerveux central.

CHAPITRE II.

Des méninges

Les enveloppes du centre nerveux céphalo-rachidien se continuent sans interruption du canal rachidien dans la cavité crânienne, c'est-à-dire qu'elles se présentent sous la forme d'un globe dans le crâne et sous celui d'un tube effilé à sa partie inférieure dans le canal vertébral. Pour faciliter leur étude on les a divisées en *méninges crâniennes* et en *méninges rachidiennes*. Elles comprennent, en procédant de l'extérieur à l'intérieur : 1° une membrane fibreuse très résistante, la *dure-mère* ; — 2° une membrane séreuse délicate, l'*arachnoïde ;* — 3° une membrane cellulo-vasculaire très fine, directement appliquée sur les centres nerveux, la *pie-mère*.

I. — DURE-MÈRE

La *dure-mère*, membrane d'enveloppe la plus externe du centre nerveux céphalo-rachidien, constitue un sac fibreux allongé dans le canal rachidien, renflé dans la cavité crânienne. Bien que cette membrane soit ininterrompue et que sa portion rachidienne se continue directement avec sa portion crânienne à travers le trou occipital, on lui décrit, pour la commodité de la démonstration, deux portions : l'une *crânienne*, l'autre *rachidienne*.

§ I. — Dure-mère crânienne.

La *dure-mère crânienne* sert à la fois d'enveloppe à l'encéphale et de périoste interne aux os du crâne (endocrâne). Elle présente une face externe ou face extérieure et une face interne ou intérieure.

1° La *face externe* tapisse exactement la table interne des os du crâne auxquels elle adhère par des prolongements fibro-vasculaires. Cette adhérence varie selon les points du crâne : à la voûte elle est très faible, très forte, au contraire à la base du crâne, et surtout au niveau des sutures et des parties saillantes (crête du rocher, bord postérieur des petites ailes du sphénoïde, pourtour du trou occipital, apophyse crista-galli, etc.). Cette adhérence varie du reste avec l'âge ; très faible à la voûte chez l'adulte, elle l'est beaucoup plus chez le vieillard. Chez les jeunes enfants, la dure-mère se confond avec le péricrâne au niveau des fontanelles et des sutures encore ouvertes. Il en est encore de même chez l'adulte, au niveau des trous de la base du crâne, où elle se prolonge sur les nerfs qui sortent par ces trous (gaine durale), qu'elle abandonne ensuite pour aller se confondre avec le périoste externe. Au niveau du trou optique et de la fente sphénoïdale, elle passe dans la cavité orbitaire, où elle se dédouble en deux feuillets, l'un qui forme une gaine fibreuse au nerf optique et va se perdre sur la sclérotique au moment où ce nerf traverse le pôle postérieur du globe de l'œil ; l'autre qui se continue avec le périoste de l'orbite. Au niveau de la lame criblée de l'ethmoïde, elle fournit une gaine à chaque filet du nerf olfactif. Sur la face externe de la dure-mère, sèche, rugueuse et velue, on aperçoit la saillie des vaisseaux méningés, qui, logés dans son épaisseur, s'impriment, pour ainsi dire, dans les os du crâne.

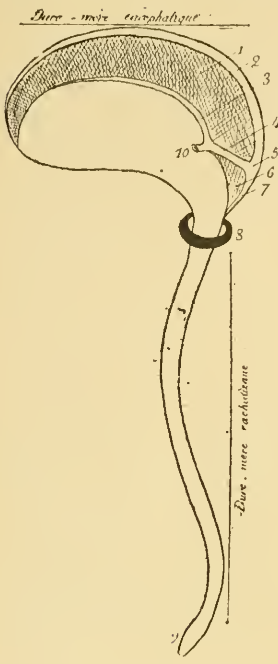


Fig. 21. — Disposition générale du sac dural (schéma).

1, faux du cerveau ; 2, sinus longitudinal supérieur ; 3, sinus longitudinal inférieur ; 4, sinus droit ; 5, pressoir d'Hérophile ou confluent postérieur des sinus ; 6, faux du cervelet ; 7, sinus occipital postérieur ; 8, anneau occipital.

Chez l'enfant, la dure-mère crânienne fonctionne comme périoste interne et travaille à faire de l'os. Chez l'adulte, ces propriétés ostéogéniques n'existent plus.

2° La *face interne* de la dure-mère a un aspect nacré, lisse, poli et humide, dû au revêtement séreux du feuillet pariétal de l'arachnoïde qui la tapisse dans toute son étendue sans jamais l'abandonner. Elle fournit des cloisons qui divisent la cavité crânienne en trois compartiments, communiquant entre eux et destinés à loger le cervelet et les deux hémisphères du cerveau. Ces prolongements sont : *a*, la *faux du cerveau* ; — *b*, la *tente du cervelet ;* — *c*, la *faux du cervelet* ; — *d*, le *repli pituitaire* ; *e*, la *tente olfactive.*

a. La *faux du cerveau* (1, fig. 21 et 22) est une lame fibreuse falciforme, tendue verticalement sur la ligne médiane entre les deux hémisphères du cerveau. Elle a la forme d'un croissant, et présente une extrémité antérieure, une extré-

mité postérieure, un bord supérieur, un bord inférieur et deux faces latérales. L'*extrémité antérieure* ou *sommet* est effilée en pointe ; elle s'attache sur l'apophyse cristal-galli, à la crête frontale et au trou borgne dans lequel elle envoie un prolongement. L'*extrémité postérieure* ou *base* se fixe sur la ligne médiane de la face supérieure de la tente du cervelet, qu'elle maintient soulevée en dôme ; elle est parcourue par le *sinus droit*. Le *bord supérieur* ou *adhérent* est convexe ; il s'insère sur la ligne médiane de la voûte du crâne, et renferme dans son épaisseur le *sinus longitudinal supérieur*. Le *bord inférieur* ou *libre* est mince et concave (*tranchant de la faux*) ; il est placé au-dessus du corps calleux et contient le *sinus longitudinal inférieur*. — Les *faces latérales* sont en rapport avec la face interne des hémisphères cérébraux.

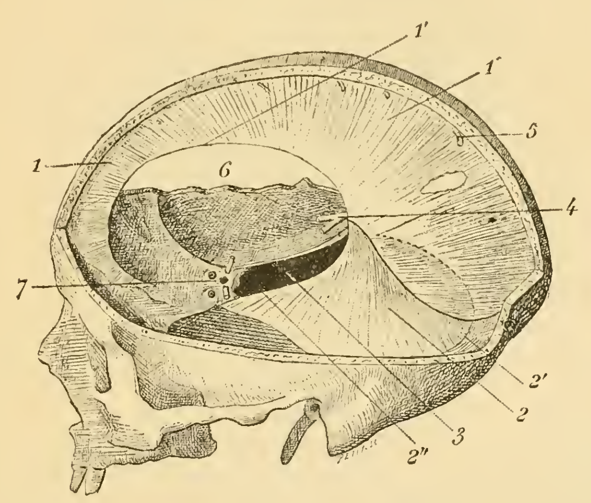


Fig. 22. — Dure-mère crânienne.

1, faux du cerveau ; 1' bord libre de cette faux ; 2, tente du cervelet ; 2' et 2", grande et petite circonférence de cette tente ; 3, trou ovale de Pacchioni; 4, veine de Galien ; 5, veines cérébrales se rendant dans le sinus longitudinal supérieur ; 6, coupe de la paroi du crâne du côté opposé ; 7, fosse pituitaire.

La faux du cerveau tend la tente du cervelet ; elle empêche la compression des hémisphères dans l'inclinaison latérale ; elle suspend le cerveau par suite de l'adhérence de la pie-mère de la convexité du cerveau à la base de la faux, à l'aide des veines cérébrales, des lacs sanguins et des granulations de Pacchioni qui pénètrent la dure-mère, les lacs, et font office de *rivets*, et par suite aussi de l'adhérence de la pie-mère (surtout la lame calloso-marginale) aux parois latérales et au bord inférieur de la faux. (Trolard). — La faux peut être perforée congénitalement ; — elle peut aussi faire défaut.

b. La *tente du cervelet* (2, fig. 22) est une voûte membraneuse en forme de toit à deux pans latéraux, qui sépare le cerveau du cervelet. Elle présente *deux faces* et *deux bords*.

La *face supérieure*, convexe, supporte les lobes occipitaux du cerveau ; elle donne insertion sur la ligne médiane (sommet du toit), à la base de la faux du cerveau.

La *face inférieure*, concave, est en rapport avec la convexité du cervelet. — Le *bord extérieur* ou *grande circonférence* s'insère en arrière sur les gouttières latérales de l'occipital, et en avant sur le bord supérieur du rocher et l'apophyse clinoïde postérieure par chacun de ses coins. — Il contient en arrière une partie des *sinus latéraux*, et en avant les *sinus pétreux supérieurs*.

Le *bord intérieur* ou *petite circonférence*, est libre et en forme de croissant dont les angles vont s'attacher en avant aux apophyses clinoïdes antérieures. Ce bord concave forme, avec la gouttière basilaire, une large ouverture, le *trou ovale de Pacchioni*, qui est traversé par l'isthme de l'encéphale.

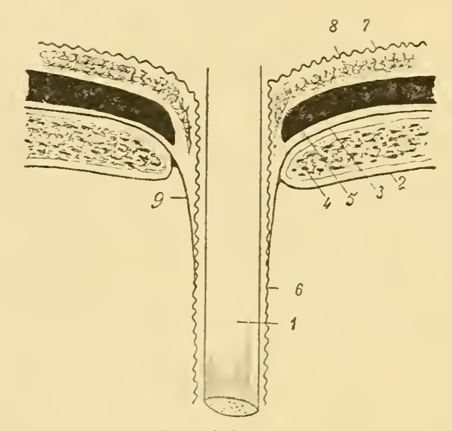


Fig. 23. — Rapports des méninges avec les nerfs crâniens.

1, nerf crânien ; 2, périoste de la base du crâne ; 3, dure-mère ; 4, os ; 5, cavité intra-arachnoïdienne ; 6, névrilemme ; 7, pie-mère ; 8, tissu sous-arachnoïdien ; 9, prolongement dural.

Les pointes des deux circonférences de la tente du cervelet s'entrecroisent en X vers le sommet du rocher et sur les côtés de la selle turcique. Les angles de la petite circonféence passent au-dessus de la grande circonférence pour aller s'insérer aux apophyses clinoïdes antérieures : ils constituent la paroi externe des sinus caverneux. Les angles de la grande circonférence passent en pont au-dessus des nerfs trijumeaux pour aller se fixer aux apophyses clinoïdes postérieures. — La tente du cervelet sert à soutenir les lobes supérieurs du cerveau et les empêche de peser sur le cervelet. Elle est osseuse chez beaucoup d'animaux.

La *faux du cervelet*, *petite faux du cerveau* (6, fig. 21), est une petite cloison verticale tendue entre les deux hémisphères du cervelet. Elle présente une *base* insérée sur la ligne médiane de la face inférieure de la tente du cervelet, en regard de la base de la faux du cerveau ; — un *sommet*, bifurqué, qui se perd en bas sur les côtés du trou occipital ; — un *bord postérieur*, convexe, adhérent à

la crête occipitale interne ; un *bord antérieur*, concave, logé entre les deux lobes du cervelet.

On trouve dans l'épaisseur du bord adhérent de la faux du cervelet les *sinus occipitaux postérieurs*, et à l'angle postérieur de la base le *pressoir d'Hérophile*. WINSLOW a vu une double faux du cervelet (dédoublement de la membrane).

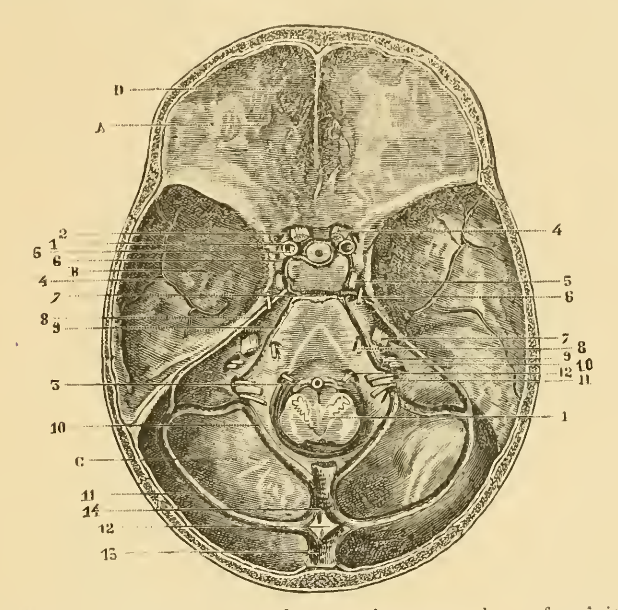


Fig. 24. — Orifices de la dure-mère pour le passage des nerfs crâniens.

1, fosse cérébrale antérieure ; B, fosse cérébrale postérieure ou fosse cérébelleuse ; L, crête frontale. — *Côté droit* : 1, coupe du bulbe rachidien ; 4, nerf optique ; 5, nerf moteur oculaire commun ; 6, nerf pathétique ; 7, nerf trijumeau ; 8, nerf moteur oculaire externe ; 9, nerf facial ; 10, nerf auditif ; 11, les 3 nerfs du trou déchiré postérieur ; 12, nerf grand hypoglosse. — *Côté gauche* : 1, artère carotide interne ; 2, trou optique ; 3, tronc basilaire ; 4, artère méningée moyenne ; 5, carotide interne ; 6, sinus caverneux ; 7, sinus occipital transverse ; 8, sinus pétreux supérieur ; 9, sinus pétreux inférieur ; 10, sinus occipital latéral ; 11, sinus latéral ; 12, pressoir d'Hérophile ; 13, sinus longitudinal supérieur ; 14, sinus droit.

d. Le *repli pituitaire*, ou *tente de l'hypophyse*, est un feuillet fibreux tendu au-dessus de la selle turcique et qui emprisonne le corps pituitaire. Pour le former, la dure-mère se dédouble en deux lames : la lame profonde tapisse le fond de la selle turcique ; la lame superficielle est tendue horizontalement à la façon d'une peau de tambour, du bord postérieur au bord antérieur de la selle turcique, et se continue de chaque côté avec les parois des sinus caverneux : elle est percée d'un trou central pour le passage de la tige pituitaire et forme le *diaphragme de l'hypophyse*.

La circonférence du diaphragme renferme le *sinus coronaire*.

e. La *tente olfactive* est une lame fibreuse qui s'attache d'un côté à l'apophyse crista-galli, et de l'autre au rebord frontal qui limite en dehors la fosse olfactive ou ethmoïdale. Cette tente convertit ainsi la gouttière olfactive en un tunnel ostéo-fibreux qui renferme et protège le bulbe olfactif. A ce niveau les prolongements ethmoïdaux de la dure-mère forment une gaine aux filets du nerf olfactif et vont se confondre avec la membrane pituitaire. —

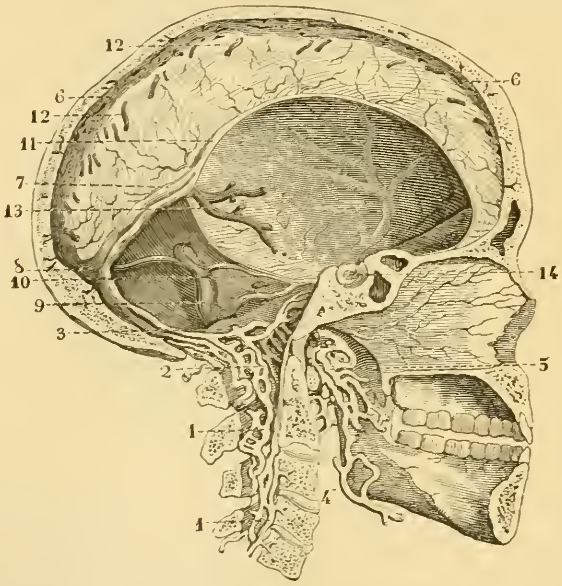


Fig. 25. — Faux de la dure-mère, tente du cervelet et sinus veineux.

1, 1, 1, grandes veines rachidiennes ou sinus vertébraux longitudinaux ; 2, plexus veineux du commencement du canal rachidien ; 3, communication de ce plexus avec le golfe de la veine jugulaire par le trou condylien antérieur ; 4, veines qui établissent la communication du plexus pharyngien avec la veine faciale ; 5, plexus pharyngien ; 6, 6, sinus longitudinal supérieur ; 7, sinus droit ; 8, pressoir d'Hérophile, confluent des sinus ; 9, sinus latéral ; 10, sinus pétreux supérieur ; 11, sinus longitudinal inférieur; 12, veines de la pie-mère s'ouvrant dans le sinus longitudinal supérieur ; 13, veine de Galien ; 14, sinus coronaire.

Sur le rocher, au niveau de l'orifice de l'aqueduc du vestibule, Boettcher, puis Axel Key et Retzius ont mentionné l'existence d'une petite cavité enclavée dans la dure-mère et tapissée d'un endothélium communiquant avec le vestibule membraneux de l'oreille interne par un très fin canal. C'est le *sac endolymphatique*.

Structure. — La dure-mère est une membrane fibreuse, résistante, formée de fibres entrecroisées de tissu conjonctif au milieu desquelles on trouve des réseaux de fibres élastiques. Sa structure est analogue à celle des aponévroses et sa face interne est

doublée d'une membrane fenêtrée (J. Renaut). Partout ailleurs qu'au niveau des sinus, elle ne forme qu'un seul feuillet ainsi que l'avaient dit Colombo et Fallope; mais au niveau des sinus elle se dédouble en deux feuillets pour donner lieu à ces canaux. Au niveau des lacs sanguins et sur la tente du cervelet, ce dédoublement est non moins manifeste. On peut du reste exceptionnellement le rencontrer sur quelques autres points de la course de la membrane (Trolard, *Journ. de l'Anat.*, *1889*). L'un de ses feuillets, l'externe, a été considéré comme représentant le périoste interne des os du crâne.

Les *artères* de la dure-mère sont : 1° les *méningées antérieures* fournies par les ethmoïdales; — 2° les *méningées moyennes*, qui viennent de la maxillaire interne, et la petite méningée de Lauth qui entre dans le crâne par le trou ovale; — 3° les *méningées postérieures* qui sont des branches de la pharyngienne inférieure, de la vertébrale et de l'occipitale. Ces artères ne sont pas exclusivement destinées à la dure-mère, mais vont se perdre dans les os du crâne.

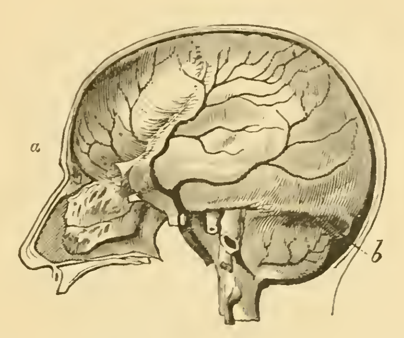


Fig. 26. — La dure-mère et ses vaisseaux vus de côté après l'ablation d'un côté du crâne.

Dans l'atrophie sénile du crâne il se peut faire que les sillons de l'artère méningée moyenne arrivent jusque sous le cuir chevelu. Une plaie du crâne peut ouvrir les branches de cette artère que l'on ne peut lier que par transfixion à cause de leur incrustation dans la dure-mère. La branche la plus importante, qu'il est bon d'éviter dans la craniectomie, de son origine monte vers le ptérion, et de là longe la suture coronale placée d'autant plus en arrière de la suture qu'elle atteint une situation plus élevée.

A côté de ces artères importantes, la dure-mère reçoit des artérioles de la mastoïdienne, de l'occipitale (par le trou pariétal), de la carotide interne dans le sinus caverneux, de la sylvienne à son origine, et de la cérébelleuse supérieure par la tente du cervelet. Toutes ces artères forment un riche réseau dans la couche externe ou périostique de la dure-mère, quelques-unes offrent des dilatations ampullaires (A. Key et Retzius).

Les *veines* sont ou solitaires ou satellites des artères. L'artère méningée moyenne est accompagnée par deux *veines méningées moyennes* qui reçoivent des veines osseuses dans les sillons du pariétal, et s'ouvrent en haut dans le sinus longitudinal supérieur, en bas dans le plexus ptérygoïdien en passant à travers le trou petit rond, parfois dans le sinus caverneux. — Outre ces *veines* et les *sinus de la dure-mère*, gros canaux veineux qui circulent dans l'épaisseur de cette membrane, la dure-mère contient encore deux catégories de veines qui font communiquer les sinus entre eux : les *petites veines anastomotiques* qui ne sont autres que les veines propres de la dure-mère, et les *grandes veines anastomotiques* qui sont : 1° la grande veine anastomotique antérieure, grande veine cérébrale supérieure de Cruveilhier, veine de Trolard, allant du sinus longitu-

dinal supérieur au sinus pétreux supérieur ou au sinus caverneux, en suivant à peu près la direction du sillon post-rolandique ; — 2° la grande veine anastomotique postérieure qui s'étend du sinus longitudinal supérieur au sinus latéral. Trolard n'a jamais pu voir la veine du trou borgne (veine émissaire du *porus cranus nasalis* de Sperino).

Les larges communications des veines intra-craniennes (sinus) avec les veines exocraniennes par l'intermédiaire des veines émissaires pariétales, mastoïdiennes, caverno-ptérygoïdiennes, etc., mais surtout par le canal des veines ophthalmiques, expliquent la propagation des phlébites extérieures (érysipèle de la face, anthrax, phlegmons, plaies de la face, de la nuque ou de la tête) aux sinus de la dure-mère où elles déterminent des thromboses : Il en résulte un engorgement des veines exocrâniennes et de l'œdème de la région mastoïdienne, orbitaire, frontale, et des épistaxis.

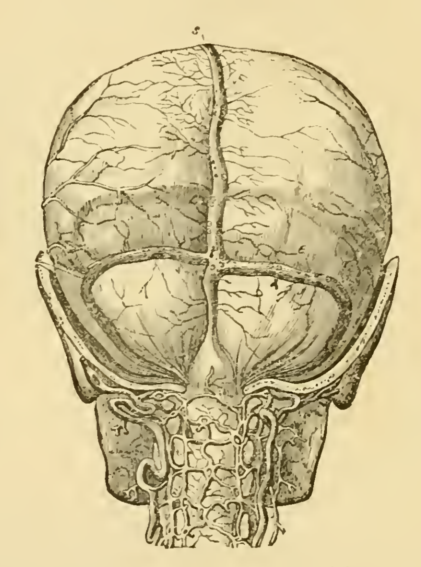


Fig. 27. — Enveloppe durale du cerveau vue par sa partie postérieure, et veines intra-rachidiennes.

s, sinus longitudinal supérieur ; e, e, sinus latéraux ; t, pressoir d'Hérophile.

Les *lymphatiques* signalés par Mascagni sont peu connus. Sappey les nie formellement, mais Poirier et son élève Jacob ont réussi une fois à injecter les vaisseaux représentés par Mascagni le long du trajet de l'artère méningée moyenne. Le réseau vasculaire propre de la dure-mère a été considéré à tort comme de nature lymphatique par Recklinghausen, tandis que Axel Key et Retzius le regardent comme purement veineux, et Boehm comme un réseau spécial mettant en communication le réseau sanguin de la dure-mère avec la cavité de l'arachnoïde (?)

Les nerfs de la dure-mère (Luschka, Rüdinger, Krause, Alexander), sont peu nombreux. On les a divisés en *antérieurs, moyens* et *postérieurs*. Les antérieurs, très grêles, viennent du filet ethmoïdal du rameau nasal de l'ophtalmique de Willis (Froment). — Les moyens viennent du ganglion de Gasser et se distribuent à la portion temporo-pariétale de la dure-mère ; quelques filets proviennent du plexus sympathique qui entoure l'artère méningée moyenne. — Les postérieurs émanent de la branche

ophthalmique de Willis près de son origine et se portent en arrière en s'accolant au pathétique (nerf récurrent d'Arnold) pour se terminer dans la tente du cervelet et la faux du cerveau (J. Cruveilhier, Bonamy).

W. T. Alexander (*Arch. f. Mikros. Anat.*, XI, p. 231, 1875) a décrit les nerfs propres de la dure-mère. Il les distingue en nerfs vasculaires ou vaso-moteurs, et en nerfs à myéline qui suivent un trajet indépendant des vaisseaux. Krause a signalé dans l'épaisseur de la dure-mère des corpuscules de Vater. On conçoit dès lors que la dure-mère soit douée d'une vive sensibilité dans les cas d'inflammation.

La dure-mère, malgré son peu de vascularité, peut cependant être le siège de lésions inflammatoires. La *pachyméningite* est d'ordinaire chronique; elle résulte d'un traumatisme ou d'une lésion osseuse (origine externe), où elle est consécutive à une maladie générale, telles que rhumatisme, fièvres infectieuses, alcoolisme, péri-encéphalite diffuse (origine interne). Elle peut aboutir à l'*hématome de la dure-mère*, qui dérive aussi dans d'autres cas de la rupture des artères de la membrane, consécutivement au traumatisme ou à des lésions vasculaires (athéromes ou anévrismes) des alcooliques et des vieillards.

La dure-mère peut être le siège de *fibromes*, de *sarcomes*, de *cancers*, de *kystes* hydatiques et même dermoïdes. Ces tumeurs peuvent détruire progressivement les os du crâne et le cuir chevelu et donner lieu à des tumeurs végétantes et ulcérées qui font saillie à l'extérieur. Ce sont les *fongus de la dure-mère*. La douleur, les hémorrhagies, les phénomènes paralytiques justifient l'ablation de ces tumeurs qui a été faite plus d'une fois avec succès (Langenbeck, Kuester, etc.).

La dure-mère crânienne donne naissance à des productions osseuses, *ostéomes*, qui peuvent se détacher dans certains cas pour former des *corps libres subduraux*. Plus fréquentes chez le vieillard, ces productions se rencontrent pourtant aussi dans un âge plus jeune. Elles paraissent plus fréquentes chez les paralytiques généraux.

Dans l'hémorrhagie méningée le sang peut fuser le long de la gaine que la dure-mère fournit au nerf optique, et donner lieu, dès lors, à des désordres visuels.

§ II. — Lacs sanguins.

Signalés d'abord par Bartholin (1847), Breschet et Faivre (1853), ils ont été étudiés à nouveau par Trolard (1868) sous le nom de *cavités pacchionniennes*, et par Axel Key et Retzius (1870).

Ce sont des ampoules sanguines creusées dans l'épaisseur de la dure-mère, traversées par des brides (9 fig. 29). Dans leur cavité font hernie des corps rougeâtres, les *granulations de Pacchioni*. Ils communiquent avec les canaux veineux du diploé, les veines méningées, les veines cérébrales, avec le sinus voisin. Ce sont des réservoirs dérivatifs.

§ III. — Dure-mère rachidienne.

La *dure-mère rachidienne* se continue en haut avec la dure-mère crânienne et se termine en bas en cul-de-sac au niveau de la 2e vertèbre du canal sacré, ainsi que le démontrait encore récemment Wagner (*Arch. f. Anat. u Phys.*

1890). Elle constitue un long étui, *sac dural*, qui enveloppe et protège la moelle épinière (fig. 21, 31, 36), mais qui est trop grand pour la contenir et trop étroit pour remplir le canal rachidien (1). Comme la moelle, elle s'élargit au niveau du cou et des lombes.



Fig. 28. — Les communications des veines intra-crâniennes et des veines exo-crâniennes.

J I, veine jugulaire interne; J E, veine jugulaire externe; J A, veine jugulaire antérieure; T, tronc thyro-linguo-facial; L, linguale; F, faciale commune; a, angulaire; p, préparate; o, ophtalmique; t, plexus ptérygoïdien; t' temporale superficielle; m a, maxillaire interne; m' méningée moyenne; C, sinus caverneux; S, sylvienne; L S, sinus longitudinal supérieur; p', émissaire pariétale; L I, sinus longitudinal inférieur; D, sinus droit; G, veine de Galien; p, sinus latéral; m, mastoïdienne; c, trou déchiré postérieur (golfe de la jugulaire); V, vertébrale; J P, jugulaire postérieure.

Elle présente: une *surface extérieure*, une *surface intérieure*, et *deux extrémités*.

(1) Si la dure-mère a une capacité supérieure au volume de la moelle, c'est pour contenir le liquide céphalo-rachidien (Cotugno, Magendie).

a. La *surface extérieure* n'est point adhérente aux parois du canal rachidien; elle en est séparée par une graisse molle et rougeâtre et par les plexus veineux intra-rachidiens. En avant et sur la ligne médiane, elle adhère cependant au grand surtout ligamenteux postérieur par des filaments, nombreux surtout dans les régions cervicale et lombaire, plus rares dans la région dorsale. Sur les côtés, elle fournit des gaines fibreuses aux nerfs rachidiens (gaines durales) qui s'engagent dans les trous de conjugaisons (3 et 4, fig. 30).

b. La *surface intérieure* est lisse, en raison de ce fait qu'elle est tapissée par le feuillet pariétal de l'arachnoïde. Des filaments cellulo-fibreux l'unissent en avant et en arrière à la pie-mère. Sur les côtés, elle donne insertion aux pointes du ligament dentelé qui l'unit également à la pie-mère, et présente la série des doubles orifices qui livrent passage aux racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens (2', 6, fig. 35). Entre la dure-mère et l'arachnoïde, qui lui est étroitement unie, existe un espace lymphatique, *l'espace sub-dural* (7, fig. 36).

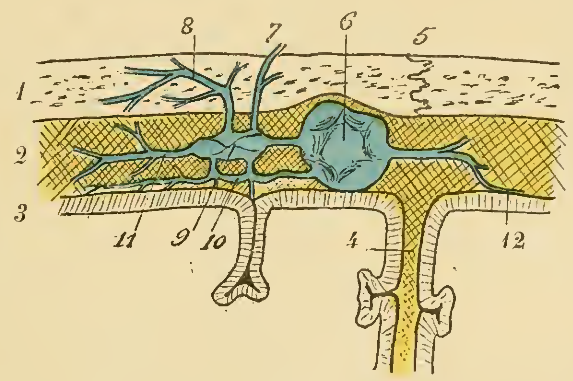


Fig. 29. — Lacs sanguins de la dure-mère.

1, coupe de la paroi du crâne ; 2, dure-mère ; 3, écorce du cerveau ; 4, faux du cerveau ; 5, suture du crâne ; 6, coupe du sinus longitudinal supérieur ; 7, veine émissaire ; 8, veine diploïque ; 9, lac sanguin intra-dural ; 10, veine cérébrale ; 11, veine méningienne ; 12, veine cérébrale.

c. L'*extrémité supérieure*, très adhérente au pourtour du trou occipital, se continue avec la dure-mère crânienne. — A ce niveau, elle est traversée à droite et à gauche par les artères vertébrales.

d. L'*extrémité inférieure* se prolonge sur les nerfs qui forment la queue de cheval, qu'elle entoure comme dans un sac conoïde dont le sommet, dit-on, se termine à la base du coccyx. Mais, avec Trolard et Wagner, je dirai que l'extrémité inférieure du cul-de-sac dural s'arrête, chez l'adulte, au niveau de la deuxième vertèbre sacrée.

La *structure* de la dure-mère rachidienne est analogue à celle de la dure-mère crânienne. Elle est constituée comme elle par un feutrage de fibres lamineuses entremêlées de nombreuses fibres élastiques.

Ses *vaisseaux* sont grêles et peu nombreux. Ses *artères* viennent des branches spinales des vertébrales, des intercostales, des lombaires et des sacrées latérales. Ses

veines suivent les artères et aboutissent aux veines extra-rachidiennes. Elle est dépourvue de vaisseaux lymphatiques (SAPPEY), et peut-être aussi de nerfs (PURKINJE, SAPPEY, KŒLLIKER). RÜDINGER cependant prétend en avoir observés.

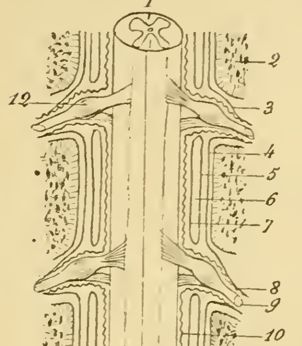


Fig. 30. — Schème des rapports des méninges et des nerfs rachidiens (coupe frontale).

1. 1, moelle épinière ; 2, pédicule des vertèbres ; 3, 4, dure-mère; 5, arachnoïde pariétale ; 6, cavité intra-arachnoïdienne ; 7, arachnoïde viscérale ; 8, névrilemme; 9, nerf rachidien; 10, pie-mère ; 11, espace sous-arachnoïdien ou sus-pial ; 12, ganglion rachidien.

La dure-mère rachidienne a pour usage de protéger la moelle en l'immobilisant au centre du canal vertébral.

Elle peut, comme la dure-mère crânienne, être frappée de lésions inflammatoires aiguës ou chroniques, spontanées ou consécutives à des inflammations rachidiennes ou extra-rachidiennes. Le tissu cellulaire péri-dural peut aussi s'enflammer (*péri-pachyméningite spinale*). A la suite d'un arrêt de développement des lames vertébrales (*spina bifida*) il peut se faire une *hydroméningocèle* dont la paroi est formée par la dure-mère, et souvent aussi l'arachnoïde, et dont la cavité communiquant avec la cavité subdurale ou la cavité sous-arachnoïdienne, contient la moelle qui peut être dilatée et dissociée.

Dans le mal vertébral de Pott, il n'est pas rare de voir l'inflammation se propager à la dure-mère (quand le pus vient en contact avec elle) et donner lieu à de la *pachyméningite* qui, à son tour, peut se propager à la moelle et déterminer une *myélite transverse* (CHARCOT et JOFFROY, RENDU, etc.) avec toutes ses conséquences. Propagés jusque dans le canal vertébral les cancers des vertèbres, l'anévrysme de l'aorte, peuvent donner lieu à des douleurs névralgiques très vives (sciatiques, etc.) ou à de la *paraplégie douloureuse* (CHARCOT, CAZALIS, etc.), par suite de la compression des racines des nerfs correspondants, ou de pachyméningite qui aboutit au même résultat. Dans la dure-mère rachidienne, on a rencontré des dépôts calcaires (alcooliques, vieillards, arthritiques), des gommes, des tumeurs d'autre nature.

2. — ARACHNOÏDE

L'*arachnoïde*, interposée entre la dure-mère et la pie-mère, est une membrane séreuse (*séreuse encéphalo-médullaire*), qui, comme toutes les vraies séreuses, peut être considérée comme un sac sans ouverture, entourant le système nerveux central sans le contenir dans sa propre cavité. On lui décrit un *feuillet pariétal* et un *feuillet viscéral*. Le premier est intimement uni à la face profonde de la dure-mère, dont il ne peut être isolé par le scalpel (2 et 11, fig. 31) ; le second (4 et 13, fig. 31) enveloppe le cerveau et la moelle, dont il est séparé par la pie-mère et le liquide céphalo-rachidien (1). Les deux feuillets se continuent l'un avec l'autre au niveau des racines des nerfs, des vaisseaux et des ligaments dentelés, toutes parties qui sont

(1) Longtemps confondue avec la pie-mère, l'arachnoïde viscérale a été reconnue pour la première fois sur la convexité du cerveau par RUYSCH, et un peu après sur la base par VAROLE. Le feuillet pariétal a été découvert par BICHAT

revêtues par le feuillet viscéral jusqu'au moment où elles arrivent à la face interne de la dure-mère (fig. 30, 36 et 37).

Quelques auteurs (Batty-Tuke, etc.), considèrent l'arachnoïde comme un feuillet de la pie-mère qu'ils décrivent sous le nom de *méninge molle*. De fait, le feuillet viscéral de l'arachnoïde, le seul qui soit admis en général par les Anglais et les Allemands, ne se comporte pas tout à fait comme le feuillet homologue des autres séreuses, puisqu'il n'adhère point directement aux parties qu'il recouvre.

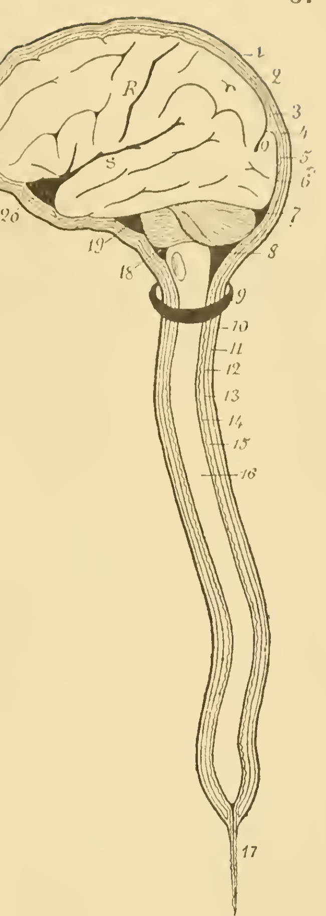


Fig. 31. — Schème des centres nerveux et de leurs enveloppes (vue latérale).

R, scissure de Rolando; S, scissure de Sylvius; G, scissure occipitale; 1, dure-mère crânienne et 10, dure-mère rachidienne ; 2, arachnoïde pariétale crânienne, et 11, arachnoïde pariétale rachidienne ; 3 et 12, cavité intra-arachnoïdienne ; 4, arachnoïde viscérale crânienne, et 13, arachnoïde viscérale rachidienne ; 5, pie-mère crânienne, et 14, pie-mère rachidienne; 6, surface du cerveau ; 7, confluent sous-arachnoïdien supérieur ; 8, confluent postérieur ; 9, anneau occipital ; 15, espace sous-arachnoïdien au niveau du rachis ; 16, moelle épinière ; 17, ligament coccygien contenant le fil terminal ; 18, confluent basilaire ; 19, confluent central ou inférieur ; 20, confluent latéral.

Le *feuillet pariétal* est considéré par beaucoup d'anatomistes comme un simple revêtement épithélial qui tapisse la face interne de la dure-mère. Mais les coupes microscopiques montrent que cet épithélium est supporté par un feuillet propre, distinct par sa structure de la dure-mère à laquelle il est intimement accolé, et formé d'un entrecroisement de fibres lamineuses entremêlées de réseaux de fibres élastiques (Ch. Robin et Cadiat).

Ce feuillet, tapissant exactement la surface intérieure de la dure-mère dans toute son étendue, aussi bien dans le crâne que dans le rachis, il n'y a pas lieu d'imiter les auteurs qui le décrivent isolément dans la boîte crânienne et dans le canal vertébral. Le feuillet pariétal de l'arachnoïde est un ; il se continue sans interruption du canal rachidien dans la cavité céphalique, en suivant dans tout son parcours la face profonde de la dure-mère (2 et 11, fig. 31).

Le *feuillet viscéral de l'arachnoïde*, au contraire, constituant une véritable membrane autonome, mince et transparente, et présentant des dispositions différentes autour de l'encéphale et autour de la moelle (4, 13, fig. 31), mérite une description spéciale dans le crâne et dans le rachis.

§. I. — Arachnoïde crânienne (feuillet viscéral).

Le feuillet viscéral de l'arachnoïde crânienne est une membrane très mince qu'on a com-

parée à une toile d'araignée, adhérant à la pie-mère par des tractus de tissu conjonctif.

Sur toute l'étendue du cerveau, ce feuillet passe en pont au-dessus de tous les sillons et de toutes les anfractuosités, c'est-à-dire qu'il ne s'enfonce pas dans les sillons qui limitent les circonvolutions comme le fait la pie-mère. Il n'y a d'exception à cette loi qu'au niveau de la grande scissure interhémisphérique dans laquelle descend la faux du cerveau. Là, le feuillet viscéral de l'arachnoïde après avoir tapissé la convexité de l'un des hémisphères, s'enfonce dans la scissure médiane, glisse au-dessous du bord inférieur de la faux du cerveau, se relève, et continuant son chemin, va tapisser la convexité de l'autre hémisphère cérébral.

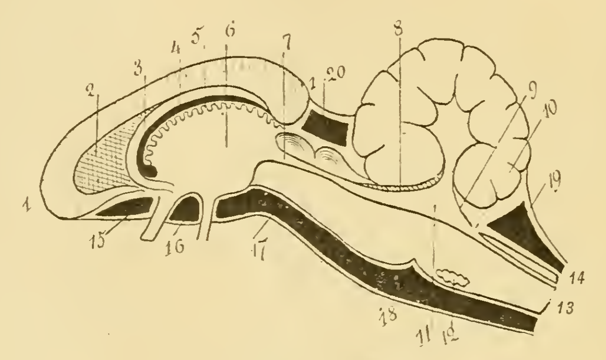


Fig. 32. — Confluents de Magendie.

1, 1, corps calleux ; 2, septum lucidum : 3, trigone cérébral ; 4, fente de Bichat ou scissure choroïdienne ; 5, toile choroïdienne du 3e ventricule ; 6, couche optique ; 7, aqueduc de Sylvius ; 8, valvule de Vieussens ; 9, voûte du 4e ventricule ; 10, trou de Magendie ; 11, quatrième ventricule ; 12, olive du bulbe ; 13, moelle épinière ; 14, canal central de la moelle ; 15 confluent antérieur ; 16, confluent pituitaire ; 17, confluent inférieur ; 18, confluent basilaire ; 19, confluent postérieur et inférieur ; 20, confluent postérieur et supérieur.

Ce feuillet passe directement du cerveau sur le cervelet, sans pénétrer dans la grande fente de Bichat, et en formant à ce niveau un espace, appelé *espace sous-arachnoïdien* ou *confluent postéro-supérieur* (20, fig. 32). — Il passe du cervelet sur le bulbe, en voilant l'entrée du quatrième ventricule, et en formant à ce niveau un nouvel et vaste espace sous-arachnoïdien, *espace* ou *confluent postérieur* (19, fig. 32), formé par la réflexion de la membrane qui, après avoir tapissé la face inférieure du cervelet, se réfléchit sur le bulbe.

Au niveau de la base de l'encéphale, ce feuillet se conduit d'une façon identique ; c'est-à-dire qu'il passe comme une jetée d'une circonvolution à l'autre, transformant ainsi en un canal prismatique et triangulaire le sillon qui sépare deux circonvolutions voisines ou en espaces plus ou moins irréguliers les anfractuosités qu'on observe à la base du cerveau. — C'est ainsi qu'il convertit la scissure de Sylvius en un large canal, *confluent latéral* (20, fig. 31) ; qu'en passant d'un hémisphère à l'autre au niveau du bec du corps calleux il donne lieu au *confluent antérieur* (15, fig. 32) ; — qu'après avoir

recouvert le chiasma des nerfs optiques et avoir envoyé une gaine autour de la tige pituitaire, il passe sur la protubérance annulaire, en transformant l'espace interpédonculaire en une sorte de cavité, *confluent central* (17, fig. 32), — tous espaces où vient s'amasser le liquide céphalo-rachidien.

Dans son trajet, l'arachnoïde rencontre les nerfs qui sortent de l'encéphale et les vaisseaux qui y arrivent ou en sortent; elle forme à chacun d'eux une gaine infundibuliforme qui les accompagne jusqu'au moment où ils traversent la dure-mère ; dans ce point, elle les abandonne et se réfléchit sur la face interne de la dure-mère pour former l'arachnoïde pariétale. — Ces gaines sont assez courtes, et il n'y a qu'une très légère invagination de la séreuse dans le conduit fibreux ou ostéo-fibreux de chaque nerf. Il n'y a d'exception à cette règle, comme l'a surtout bien fait remarquer notre éminent collègue et cher maître FARABEUF que pour les nerfs facial et acoustique, qui sont accompagnés par un long manchon séreux qui s'étend jusqu'au fond du conduit auditif interne et contient du liquide céphalo-rachidien (1).

Au niveau où l'arachnoïde rencontre la veine de Galien, elle forme autour d'elle un repli circulaire, une gaine, qui se continue avec le feuillet viscéral de l'arachnoïde vers le milieu de la grande fente cérébrale, et avec le feuillet pariétal à l'extrémité antérieure du sinus droit où va se jeter la veine de Galien. C'est cette gaine séreuse que l'on déchire fatalement en enlevant l'encéphale, qui fut considérée par BICHAT, puis par L. HIRCHFELD, comme étant un *canal arachnoïdien* qui aurait fait communiquer la cavité arachnoïdienne avec les ventricules du cerveau. — Or, ce canal est artificiel et n'existe pas avant la déchirure de la gaine de la veine de Galien.

L'arachnoïde viscérale est séparée de la pie-mère par un tissu cellulaire lâche excessivement délié; ce tissu, presque séreux, ne s'infiltre jamais de graisse, mais au niveau de la base du cerveau, dans l'aire de l'hexagone de Willis en particulier, il devient plus dense et prend l'aspect fibroïde. — C'est là le *tissu cellulaire sous-arachnoïdien*, que GELEZ a décrit sous le nom de *séreuse sous-arachnoïdienne*.

§ II. — Arachnoïde rachidienne (feuillet viscéral).

L'arachnoïde spinale ou *rachidienne* est séparée de la pie-mère par un espace assez large, de telle façon qu'il y a entre elle et la moelle immédiatement recouverte par la pie-mère, un large canal circulaire sous-arachnoïdien qui est occupé par le liquide céphalo-rachidien (7, fig. 36). En se prolongeant autour des nerfs de la queue de cheval, le feuillet viscéral de l'arachnoïde spinale forme une grosse ampoule où peut s'accumuler le même liquide.

(1) C'est à cette disposition qu'on a attribué la cause des écoulements séreux par l'oreille, dans les fractures transversales du rocher. La gaine rupturée, laisserait échapper le liquide en question dont l'analyse chimique a montré toute l'analogie avec le liquide sous-arachnoïdien.

Il enveloppe tous les tractus fibreux, tous les vaisseaux qui se portent de la pie-mère à la dure-mère; il tapisse les ligaments dentelés et le ligament coccygien, et se continue à la face interne de la dure-mère avec le feuillet pariétal. Au niveau des racines des nerfs rachidiens, il forme une gaine infundibuliforme à ces racines qu'il accompagne jusqu'au point où elles traversent la dure-mère. Là, il se continue encore avec le feuillet pariétal. De la sorte, est établie la continuité entre le feuillet pariétal et le feuillet viscéral de l'arachnoïde (Voy. fig. 30 et 37).

L'espace compris entre les deux feuillets de l'arachnoïde forme la *cavité arachnoïdienne* (6, fig. 30). Cette cavité, — *cavité subdurale* des Allemands et des Anglais, parce qu'ils ne considèrent pas l'arachnoïde de la même façon que nous et se refusent à en faire une séreuse ordinaire à deux feuillets, — ne renferme aucun liquide à l'état normal, malgré que Hitzitg y ait reconnu l'existence d'un peu de sérosité chez le chien vivant; sa surface, recouverte d'épithelium, est seulement humide et tapissée d'une légère couche de sérosité onctueuse, destinée à faciliter les mouvements des deux feuillets l'un sur l'autre.

Les auteurs allemands pensent que l'espace capillaire subdural communique, au moins chez le lapin et le chien, avec les vaisseaux et les ganglions lymphatiques profonds du cou, avec les gaines lymphatiques des nerfs, les vaisseaux lymphatiques de la pituitaire et enfin avec les sinus de la dure-mère par les villosités arachnoïdiennes ou glandes de Pacchioni.

L'espace situé entre l'arachnoïde et la pie-mère porte le nom d'*espace sous-arachnoïdien ou sus-pial* (7, fig. 36 et 5, fig. 37). C'est lui qui contient le liquide céphalo-rachidien. Mais il faut retenir que la cavité intra-arachnoïdienne n'est pas libre comme celle de la plèvre ou du péritoine, mais qu'elle est cloisonnée par une série de ponticules qui la traversent sans la pénétrer et qui s'étendent très irrégulièrement, sauf ceux qui constituent les cloisons médianes antérieure et postérieure et les ligaments dentelés de la pie-mère. Toutes ces travées sont engainées par le feuillet séreux de l'arachnoïde.

La *structure* de l'arachnoïde (feuillet viscéral) est des plus simples. — Elle est essentiellement constituée par deux feuillets: l'un, de nature connective, est composé par des faisceaux de tissu conjonctif entrecroisés par quelques fibres élastiques; l'autre, de nature épithéliale, est formé d'un *épithélium pavimenteux* simple, ou a deux (Luschka) ou plusieurs couches (Henle). — Il est à observer que le feuillet épithélial regarde la cavité de l'arachnoïde, exactement comme pour le feuilet pariétal, et comme cela a lieu dans toutes les séreuses.

On ne connaît ni les *vaisseaux* ni les *nerfs* de l'arachnoïde. Sappey nie les uns et les autres. Bourgery, Bochdalech, Volkmann, Luschka, Benedikt, auraient cependant observé des nerfs dans l'arachnoïde, qui proviendraient du trijumeau et du spinal, — et Axel Key admet que les franges arachnoïdiennes sont en connexion avec les lymphatiques de la dure-mère.

La *pachyméningite interne* n'est peut-être autre chose qu'une *arachnitis pariétale* (développée dans le feuillet pariétal de l'arachnoïde). Cette conception est d'autant plus vraisemblable que cette variété de pachyméningite se développe dans les mêmes conditions étiologiques que l'arachnitis viscérale, et que les deux lésions coexistent souvent.

Quand la paroi osseuse et la dure-mère ont été rompues, l'arachnoïde se laisse distendre

et c'est elle alors qui constitue la paroi de la méningocèle traumatique. La communication de la cavité sous-arachnoïdienne avec le labyrinthe membraneux par l'aqueduc du vestibule expliquerait la possibilité des troubles auditifs sous l'influence d'une augmentation de la pression intra-crânienne, troubles analogues aux troubles oculaires qui surviennent dans les mêmes conditions (Byrom Bramwell, Ross, etc).

L'*arachnoïtis* isolée n'est admise que théoriquement. Dans la méningite aiguë, les lésions se manifestent surtout dans le tissu sous-arachnoïdien, et l'exsudat siège de préférence à la voûte dans la méningite franche, à la base du crâne dans la méningite tuberculeuse. Localisées dans les zones motrices, ces exsudats donnent lieu à des foyers de méningo-encéphalite corticale, susceptibles de provoquer des phénomènes convulsifs ou paralytiques (Landouzy, Chantemesse, Rendu, etc.).

Chez les vieillards, les alcooliques, les aliénés, l'arachnoïde présente fréquemment des opacités et des adhérences, et même des plaques osseuses que Meschede, Feré, Tamburini, etc., ont notamment notées chez les vésaniques et les paralytiques généraux. C'est dans le tissu cellulaire sous-arachnoïdien que s'accumule le liquide pour former l'œdème des méninges, que l'on observe surtout au niveau des fondrières (Voy. Cerveau) chez les vieillards et chez les vieux aliénés.

3. — Pie-mère.

La *pie-mère* est une membrane cellulo-vasculaire délicate, qui enveloppe directement les centres nerveux à l'égard desquels elle joue le rôle de membrane nourricière. Méninge la plus profonde, elle est en rapport en dehors avec le feuillet viscéral de l'arachnoïde et le liquide céphalo-rachidien, en dedans avec la substance du centre nerveux encéphalo-médullaire auquel elle adhère par des prolongements celluleux et vasculaires.

La pie-mère spinale diffère de la pie-mère encéphalique par son caractère moins vasculaire et plus franchement fibreux ; la seconde adhère au feuillet viscéral de l'arachnoïde par des prolongements celluleux plus ou moins lâches qui constituent le tissu cellulaire sous-arachnoïdien, alors que la pie-mère spinale n'a aucune connexion avec l'arachnoïde dont elle est séparée sur toute son étendue, par un espace cylindrique dans lequel se meut le liquide céphalo-rachidien. Mais dans le crâne comme dans le rachis, il y a entre la pie-mère et l'arachnoïde une cavité, d'autant plus comparable à une séreuse qu'Axel Key et Retzius y ont découvert un revêtement épithélial.

§ I. — Pie-mère cérébrale.

En raison de sa disposition à la surface ou dans les cavités du cerveau, on a divisé la *pie-mère cérébrale* en *pie-mère extérieure et en pie-mère intérieure.* Ce qui ne veut pas dire que la pie-mère intérieure soit réellement dans l'intérieur des cavités encéphaliques, car nulle part la pie-mère n'effondre les parois de l'encéphale pour pénétrer dans les cavités dont il est creusé. Les divers pro-

longements ne font que s'invaginer dans ces dernières, en déprimant et repoussant devant eux la paroi des ventricules réduite en ces points à une lame nerveuse extrêmement mince. La pie-mère intérieure reste donc en dehors de l'épendyme.

1° Pie-mère extérieure. — Sous-jacente à l'arachnoïde crânienne à laquelle elle est unie par des brides déliées de tissu cellulaire lâche, la *pie-mère encéphalique* enveloppe le cerveau et le cervelet et pénètre dans les circonvolutions qu'elle tapisse dans toute leur étendue. Mais alors que la majorité des anatomistes admet qu'il s'agit là d'une réflexion totale dans les sillons qui séparent les circonvolutions, c'est-à-dire d'un véritable pli, Batty Tuke a soutenu que la pie-mère passe en réalité d'une circonvolution à l'autre en n'envoyant dans le sillon intermédiaire qu'un simple prolongement destiné à soutenir les vaisseaux.

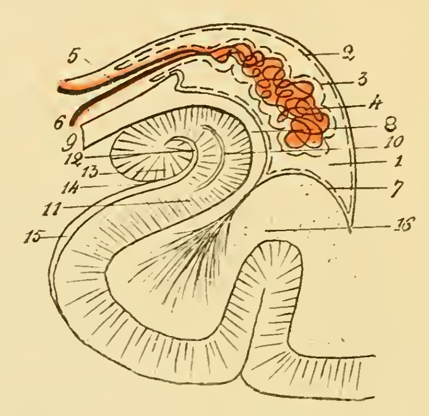


Fig. 33. — Mode de pénétration de la pie-mère dans la corne sphénoïdale du ventricule latéral du cerveau par la partie latérale de la fente de Bichat.

1, cavité ventriculaire ; 2, épendyme viscéral ou épithélium choroïdien ; 4, plexus choroïdes des ventricules latéraux (pie-mère intérieure) ; 5, pie-mère extérieure ; 6, fente de Bichat (scissure choroïdienne) ; 7, éminence de Meckel ; 8, alvéus de la corne d'Ammon ; 9, corps bordant ; 10, lame blanche contournée du subiculum ; 11, subiculum de la corne d'Ammon (écorce grise) ; 12, lame blanche contournée nucléaire ; 13, corps godronné ; 14, sillon de l'hippocampe ; 15, substance blanche réticulée d'Arnold.

Au niveau du cervelet, cette dernière disposition est beaucoup plus évidente et là, la pie-mère n'envoie réellement entre les lames du cervelet que de simples cloisons, et non pas un repli dont les feuillets seraient adossés. — Par sa surface extérieure, elle est en contact direct avec l'arachnoïde au niveau des circonvolutions ; elle s'en sépare au moment où elle s'enfonce dans les sillons et les anfractuosités du cerveau, mais aussi bien au niveau des sillons qu'ailleurs elle est unie à l'arachnoïde par des tractus filamenteux plus ou moins déliés. — Par sa surface interne, elle est en relation directe avec le cerveau auquel elle est rattachée par d'innombrables vaisseaux qui pénètrent dans la substance de l'encéphale et autour desquels elle envoie une gaine qui les accompagne jusque

dans le corps du cerveau (1). — A la base du crâne, la pie-mère se prolonge sur les nerfs crâniens auxquels elle forme une gaine qui, peu à peu, se transforme en une simple membrane fibreuse de protection et se confond avec le névrilème des nerfs, et au niveau de l'isthme de l'encéphale, elle s'épaissit et devient plus résistante, pour prendre insensiblement les caractères de la pie-mère rachidienne.

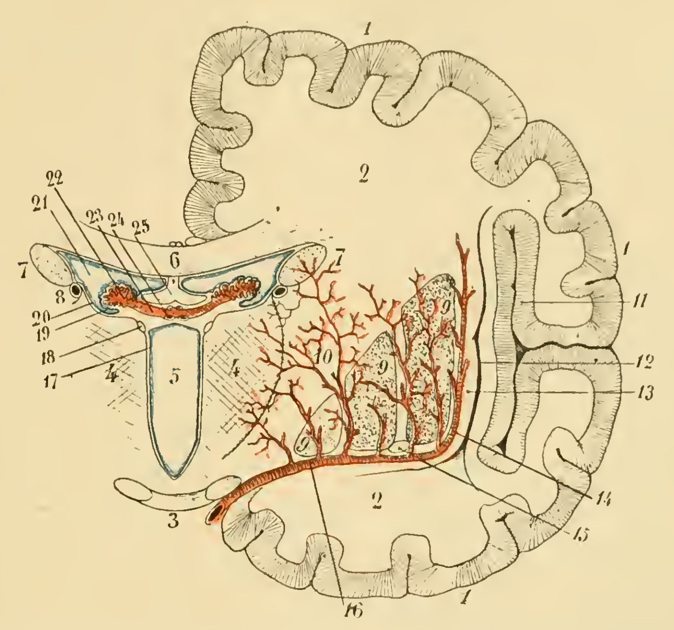


Fig. 34. — Disposition de la pie-mère intérieure dans le 3e ventricule et les ventricules latéraux (coupe frontale du cerveau passant par le chiasma optique).

1, 1, écorce cérébrale ; 2, 2, centre blanc de l'hémisphère ; 3, chiasma optique ; 4, couche optique ; 5, ventricule moyen ; 6, corps calleux ; 7, 7, tête du noyau caudé du corps strié ; 8, veine striée ; 9, 9, 9, noyau lenticulaire du corps strié avec ses 3 segments ; 10, capsule interne ; 11, lobule de l'insula ; 12, avant-mur ; 13, capsule externe ; 14, artère de l'hémorrhagie cérébrale, artère striée externe ou artère de Charcot ; 15, commissure blanche antérieure ; 16, artère striée ; 17, épendyme du 3e ventricule ; 18, freins de la glande pinéale ; 19, feuillet viscéral ou épithélium choroïdien de l'épendyme du ventricule latéral, et 20, son feuillet pariétal ; 21, cavité du ventricule latéral ; 22, plexus choroïdes des ventricules latéraux ; 23, toile choroïdienne du 3e ventricule ; 24, plexus choroïdes du 3e ventricule ; 25, voûte cérébrale.

His a décrit entre la pie-mère et le cerveau un espace qu'il a appelé *espace épicérébral*, et Fleichl a mentionné l'existence sous la pie-mère d'une couche de cellules épithéliales qu'il appelle *cuticule* de l'encéphale.

(1) Lorsqu'on décortique le cerveau, ces vaisseaux dans certains endroits où ils sont nombreux et assez volumineux, laissent à leur place (après arrachement de la pie-mère) un ensemble de pertuis qui donne à la surface de l'encéphale l'aspect d'un petit crible : c'est ce qu'on appelle les *espaces perforés* (voy. Cerveau).

2° Pie-mère intérieure. — Au niveau de la partie moyenne de la grande fente cérébrale de Bichat entre le bourrelet du corps calleux et les tubercules quadrijumeaux, la pie-mère pénètre dans l'intérieur du troisième ventricule et forme la *toile choroïdienne ;* aux extrémités latérales de cette fente, elle s'enfonce dans les ventricules latéraux (1). La toile choroïdienne est une membrane triangulaire formée de deux feuillets superposés, intimement accolés ensemble, et continus sur les bords et au sommet de la toile. Sa face supérieure répond à la face inférieure du trigone; sa face inférieure repose latéralement sur les couches optiques, tandis que sa partie moyenne passe comme un pont sur le 3e ventricule (23, fig. 34). La base de la toile contient entre ses deux feuillets la glande pinéale et la veine de Galien : à ce niveau, le feuillet supérieur se continue avec la pie-mère cérébrale, l'inférieur, avec la pie-mère cérébelleuse. Sur les bords latéraux de cette toile, il existe une traînée de granulations rougeâtres, formées par des vaisseaux enroulés en volute et formant des franges et des houppes que retient du tissu cellulaire assez dense, ce sont les *plexus choroïdes des ventricules latéraux* (5, fig. 33). Ces plexus convergent vers le sommet de la toile pour se continuer en passant par les trous de Monro avec deux traînées semblables qui longent de chaque côté la ligne médiane de la toile et forment les *plexus choroïdes du ventricule moyen* (fig. 34). Au niveau du 4e ventricule, la pie-mère qui descend du cervelet et va recouvrir la face postérieure du bulbe rachidien, refoule au-devant d'elle le plafond ou toit très aminci du 4e ventricule et s'enfonce dans un cul-de-sac, formé en haut par le vermis inférieur, les valvules de Tarin et les amygdales et en bas par le toit du 4e ventricule, pour constituer la *toile choroïdienne du 4e ventricule.* Celle-ci contient des granulations vasculaires analogues à celle de la toile choroïdienne du ventricule moyen ; ce sont les *plexus choroïdes du 4e ventricule* (voy. Bulbe rachidien). Ces plexus forment trois traînées, une transversale qui, aux angles latéraux du 4e ventricule, forment un épais bouquet vasculaire, qui fait saillie entre le lobule du pneumo-gastrique et les nerfs mixtes, et deux verticales et médianes. Cette toile présente un trou vers le sommet du 4e ventricule qui fait communiquer l'espace sous-arachnoïdien avec la cavité ventriculaire du bulbe (trou de Magendie), et de plus deux autres espaces poreux aux angles latéraux du même ventricule que l'on a appelé *trous de Luschka.* Pas plus que la toile choroïdienne du 3e ventricule, la toile du 4e ventricule ne pénètre donc dans la cavité du bulbe Au niveau du trou de Magendie, la pie-mère ne pénètre pas dans l'encéphale, de sorte que le liquide céphalo-rachidien passe avec facilité à travers l'aqueduc de Sylvius. Beaucoup d'anatomistes estiment même que la pie-mère ferme cette ouverture et que le trou de Magendie est artificiel.

(1) Il est préférable de dire que la pie-mère se prolonge dans les ventricules du cerveau en déprimant devant elle, en certains points, leurs parois extrêmement amincies, car nous verrons en effet que les plexus choroïdes du cerveau ne sont pas contenus à proprement parler dans les cavités du cerveau, puisque, en réalité, ils sont en dehors de l'épendyme (voy. Cerveau).

La toile choroïdienne, comme la pie-mère extérieure, peut devenir très adhérente aux parties qu'elle revêt dans le cas de péri-encéphalite chronique diffuse. On y a rencontré des *kystes séreux* et des *productions lipomateuses* qui ont pour origine le tissu conjonctif lâche qui unit ses deux feuillets.

Les plexus choroïdes, au niveau du carrefour ventriculaire, présentent un renflement, le *glomus de Wenzel*, et un enroulement en peleton vasculaire de la veine. Cet enroulement est maintenu par du tissu conjonctif dont l'infiltration a pu donner lieu à des *productions pseudo-kystiques* (ROLAND, *Soc. anat.*, 1886).

Les franges des plexus choroïdes du 4ᵉ ventricule pourraient donner naissance à des psammomes. L'absence ou l'oblitération des diverticules latéraux du 4ᵉ ventricule pendant la vie embryonnaire serait susceptible (B. SUTTON) de produire la dilatation du 3ᵉ ventricule et donnerait naissance à la *méningocèle ventriculaire* qui vient faire saillie dans la région de choix, c'est-à-dire vers l'obélion, là même où se développent de préférence le céphalématome et les kystes dermoïdes intra-crâniens que LANNELONGUE attribue à un pincement de l'ectoderme entre la 2ᵉ et la 3ᵉ vésicules cérébrales au moment de la fermeture du crâne, dans la région obélique généralement en retard sur le reste de la voûte du crâne.

§ II. — Pie-mère spinale.

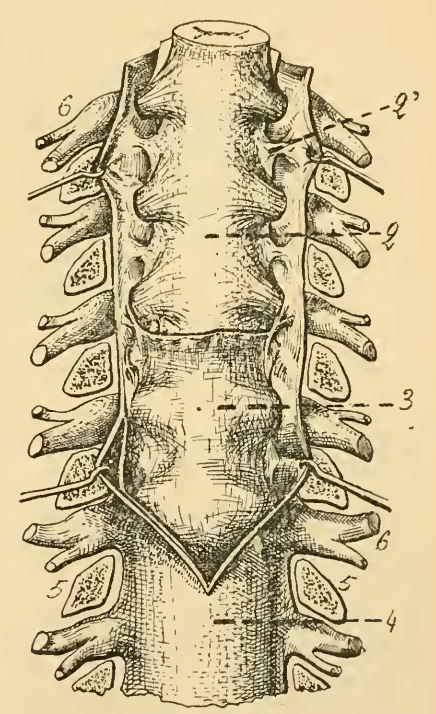


Fig. 35. — Moelle épinière et méninges rachidiennes vues de face.

1, moelle épinière ; 2, moelle recouverte de la pie-mère ; 2', ligament dentelé ; 3, arachnoïde; 4 dure-mère ; 5, 5, pédicules des vertèbres ; 6, ganglions et nerfs rachidiens.

La *pie-mère spinale ou rachidienne* est en continuité directe avec la pie-mère encéphalique, mais elle est beaucoup plus résistante et moins vasculaire qu'elle. A partir de l'isthme de l'encéphale, en effet, la pie-mère prend les caractères d'une membrane fibreuse à la surface de laquelle rampent les vaisseaux de la moelle et du bulbe (2, fig. 35.) — Elle présente :

1° Une *surface externe* recouverte d'un grand nombre de petits vaisseaux artériels et veineux qui traversent la membrane pour aller s'enfoncer dans la substance de la moelle, ou qui en émergent pour se rendre dans les plexus veineux péri-médullaires. Elle est hérissée d'un grand nombre de filaments celluleux irréguliers qui soulèvent l'arachnoïde pour aller se fixer à la dure-mère, et sur les parties latérales elle se prolonge sur les racines des nerfs rachidiens dont elle va former le névrilème. — Entre chaque paire de nerfs, elle fournit de chaque côté un prolongement membraniforme dentelé, *ligament dentelé* (2', fig. 35), et à l'extrémité inférieure de la moelle, un prolongement filiforme, *ligament coccygien* (17, fig. 31).

Les *ligaments dentelés* de la moelle situés longitudinalement de chaque côté de la moelle, sont constitués par une série de dix-huit à vingt festons, dont chacun a une forme triangulaire et dont l'ensemble forme une longue bandelette placée de champ le long de la moelle entre les racines antérieures et les racines postérieures des nerfs spinaux (11, fig. 36 et 9, fig. 37). La base de cette bandelette festonnée est continue à la pie-mère, tandis que la pointe des dentelures s'insère sur la face profonde de la dure-mère dans l'intervalle des conduits à travers lesquels passent les paires nerveuses, c'est-à-dire à la hauteur des pédicules des vertèbres (2', fig. 35). Les ligaments dentelés commencent au niveau du trou occipital et se terminent au niveau de la première ou de la deuxième vertèbre lombaire. Leur disposition n'est pas toujours aussi régulière que celle que nous venons de décrire.

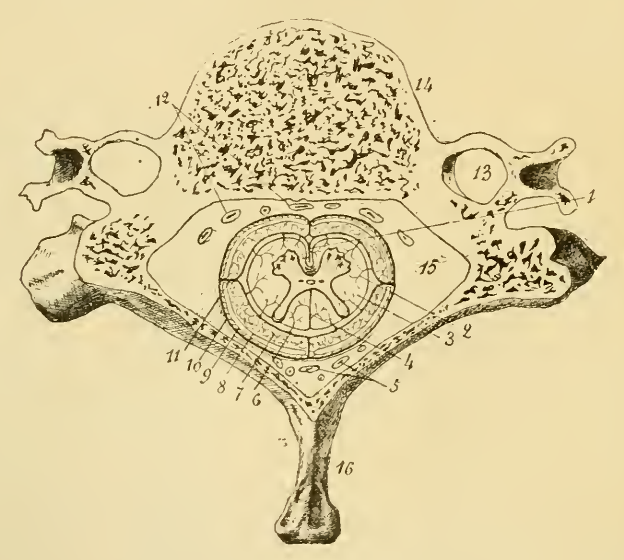


Fig. 36. — Coupe transversale du rachis entre deux trous de conjugaison pour montrer la disposition des méninges.

1, septum médian antérieur ; 2, vaisseaux qui pénètrent dans la moelle ; 3, moelle épinière ; 4, septum médian postérieur ; 5, sinus veineux intra-rachidiens postérieurs ; 6, pie-mère ; 7, tissu sous-arachnoïdien ; 8, feuillet viscéral de l'arachnoïde ; 9, feuillet pariétal de l'arachnoïde ; 10, dure-mère ; 11, ligament dentelé ; 12, sinus veineux intra-rachidiens antérieurs ; 13, canal transversaire ; 14, corps de la vertèbre ; 15, trou vertébral ; 16, apophyse épineuse.

Le *ligament coccygien* (5, fig. 38) est un cordon grêle longtemps considéré comme la simple terminaison de la pie-mère rachidienne qui, au-dessous de la moelle n'ayant plus rien à contenir se ramasserait sur elle-même en un ligament étendu de l'extrémité inférieure de la moelle à la base du coccyx (1). Mais en réalité, ce cordon est creux et renferme une mince colonne

(1) Regardé comme un nerf par les anciens anatomistes, ce ligament a été appelé *nerf impair*.

de substance grise nerveuse limitant un canal très irrégulier, c'est le *filum terminale* (1).

2° La *surface interne* de la pie-mère rachidienne, très adhérente à la moelle épinière, envoie une infinité de prolongements qui pénètrent dans l'épaisseur de ce centre nerveux. — Parmi ces prolongements, il en est deux qui entrent dans les sillons médians de la moelle : l'un, postérieur, *prolongement médian postérieur* (4, fig. 36), s'y enfonce sous la forme d'une simple cloison jusqu'à la commissure grise ; l'autre, antérieur, *prolongement médian antérieur*, constitué par un véritable pli, s'engage dans le sillon antérieur jusqu'à atteindre la commissure blanche (1, fig. 36).

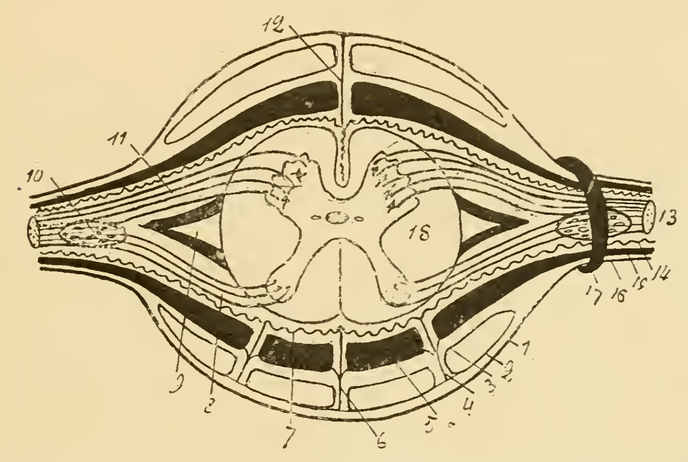


Fig. 37. — Schème d'une coupe transversale du rachis au niveau des trous de conjugaison pour faire voir la disposition des méninges, des racines des nerfs et des ganglions spinaux.

1, dure-mère; 2, arachnoïde pariétale; 3, arachnoïde viscérale; 4, septa, 5, liquide céphalo-rachidien (cavité sous-arachnoïdienne); 6, cloison postérieure principale; 7, pie-mère; 8, racine postérieure des nerfs rachidiens; 9, ligament dentelé; 10, ganglion rachidien; 11, racine antérieure des nerfs; 12, cloison antérieure; 13, nerf rachidien; 14, gaine piale (névrilème); 15, gaine séreuse et lamelleuse; 16, gaine durale; 17, trou de conjugaison.

Les autres prolongements pénètrent de tous côtés dans l'intérieur de la moelle, et en s'unissant à la tunique adventice des vaisseaux ou en se perdant au milieu de la névroglie, forment des cloisons incomplètes qui isolent plus ou moins les uns des autres les éléments de la moelle (2, fig. 36).

Structure de la pie-mère. — La *pie-mère cérébrale* est essentiellement constituée par un lacis de vaisseaux formant un réseau très serré et soutenu par une trame très légère de tissu cellulaire lâche. Dans ce réseau vasculaire, les veines sont beaucoup plus

(1) D'après les récentes recherches de Trolard (*Arch. de Physiologie*, 1888), le *fil terminal* se compose d'un cordon médian qui va se fixer au coccyx et de deux cordons latéraux qui sont les sixièmes paires sacrées.

volumineuses et plus nombreuses que les artères. Le tissu cellulaire qui réunit et soutient les vaisseaux est presque dépourvu de fibres élastiques; par contre, il contient beaucoup d'éléments cellulaires et souvent des cellules pigmentaires.

La *pie-mère rachidienne* est une véritable membrane cellulo-fibreuse, beaucoup moins vasculaire que la pie-mère crânienne. On la dédouble en deux couches : une externe fibreuse et une interne réticulée et infiltrée de lymphe ; cette dernière communique avec les espaces sous arachnoïdiens et les gaines péri-vasculaires des vaisseaux, qu'en somme, elle constitue.

Selon Fohmann la pie-mère contiendrait des vaisseaux lymphatiques; et l'on a décrit autour des vaisseaux de la pie-mère cérébrale des gaines, *gaines péri-vasculaires* de Ch. Robin et His, que l'on a considérées comme des gaines lymphatiques. — Sappey nie l'existence des vaisseaux lymphatiques. — Les *nerfs*, décrits par Purkinje et Krause, sont fournis par le système sympathique, et la plupart accompagnent les artères. Dans le crâne, ils proviennent du plexus carotidien.

La pie-mère joue un triple rôle : 1° elle est la membrane nourricière des centres nerveux ; — 2° elle préside à la sécrétion du liquide céphalo-rachidien ; — 3° elle sert à fixer la moelle dans une position invariable par ses adhérences à cet organe d'une part, et à la dure-mère ou au coccyx d'autre part, par les ligaments dentelés et coccygien.

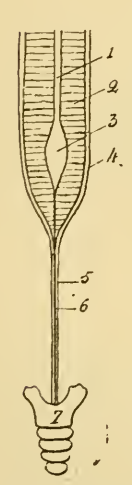


Fig. 38. — Schème du sinus lombaire de la moelle et du ligament coccydien.

1, canal central de la moelle; 2, corps de la moelle; 3, sinus lombaire ; 4, pie-mère ; 5, ligament coccygien; 6, fil terminal ; 7, os coccyx.

En raison de sa vascularité, la pie-mère offre fréquemment des troubles vasculaires qui peuvent conduire à divers phénomènes morbides. La congestion passive durable, amène de l'œdème cérébral; la congestion active est un pas en avant fait vers l'inflammation.

Les inflammations de la pie-mère se présentent sous la forme *aiguë* et sous la forme *chronique*. La *méningite aiguë* simple peut être traumatique ou spontanée. Dans certaines conditions, elle prend le cachet épidémique et affecte la forme cérébro-spinale. Dans ces diverses circonstances on trouve dans l'espace sous-arachnoïdien un exsudat sero-fibrineux, localisé particulièrement le long des vaisseaux et au niveau des confluents. Dans la méningite aiguë suppurée chez les tout jeunes enfants, Parrot a fait remarquer qu'il pouvait conséquemment survenir de la disjonction des sutures du crâne.

La *méningite chronique simple* aboutit à la formation d'infiltrats, d'épaississements par plaques, etc., qui peuvent troubler l'innervation ou la vascularisation, si ils se rencontrent au niveau des racines des nerfs ou sur les vaisseaux. La *méningite spécifique* peut être la conséquence de l'infection générale dans diverses maladies contagieuses ou épidémiques (fièvre typhoïde, etc,) ; elle se rencontre surtout à l'état subaigu ou chronique dans la tuberculose et la syphilis. Les lésions dans la *méningite tuberculeuse* sont d'ordinaire des infiltrats, des nodules, des plaques, des tumeurs ; il en peut résulter des compressions vasculaires, de l'artérite, qui aboutissent à la thrombose, et comme conséquence à l'œdème sous-arachnoïdien. La *méningite syphilitique* se présente sous la forme scléreuse et sous la forme gommeuse (Fournier), et dans ces circonstances, l'artérite amène assez souvent des ramollissements par thrombose avec leur cortège symptomatique habituel et particulier au siège de la lésion. On a vu la méningite syphilitique, la scléreuse plus particulièrement, aboutir à un complexus symptomatique fort analogue à celui de la paralysie générale. On sait, du reste, que la lepto-méningite tient une place importante dans les lésions de la paralysie générale.

On a noté le *lipome* de la pie-mère (Virchow, Meckel, Chiari, Féré, Braubach), *l'épithéliome* et le *sarcome*.

En raison des prolongements conjonctifs que la pie-mère spinale envoie dans l'épaisseur de la moelle, la méningite spinale chronique peut jouer un role notable dans les scléroses médullaires.

4. — Espace sous-arachnoïdien et liquide céphalo-rachidien.

§ I. — Espace sous-arachnoïdien.

Il existe entre les centres nerveux et la dure-mère, en réalité entre l'arachnoïde et la pie-mère, un espace libre qui s'étend du crâne dans le rachis et réciproquement. Cet espace, c'est l'*espace sous-arachnoïdien ou sus-pial*. Il constitue un véritable sac rappelant les cavités séreuses, et revêtues comme elles, d'après Luschka, Axel Key et Retzius d'un revêtement épithélial. Il communique avec les espaces séreux des nerfs, avec les gaines péri-vasculaires et les organes des sens (fosses nasales, œil, oreille) (1). — Complètement libre dans le rachis où il forme une sorte de citerne circulaire autour de la moelle, cet espace est coupé dans certains points du crâne par des brides fibreuses très tenues (*tissu sous-arachnoïdien*) qui réunissent le feuillet viscéral de l'arachnoïde à la pie-mère, comme cela se voit à la surface des circonvolutions et sur toutes les parties saillantes de l'encéphale. Dans certaines régions, au contraire, à la base du cerveau principalement, il y a des espaces dilatés qui servent de réservoirs au liquide céphalo-rachidien, et auxquels Magendie a donné le nom de *confluents* (p. 38).

L'espace sous-arachnoïdien communique avec les ventricules du cerveau et le canal central de la moelle par l'intermédiaire des parties latérales de la fente de Bichat, des trous de Luschka et du trou de Magendie percé sur la voûte du

(1) Les enveloppes méningiennes se continuent sur les nerfs. On leur trouve une enveloppe commune, l'*épinèvre* ou *névrilème*, entourant la totalité du nerf et constitué par un tissu conjonctif riche en fibres élastiques. Cette gaine se continue avec la dure-mère. L'épinèvre envoie des prolongements dans l'intérieur des nerfs qui isolent les uns des autres des groupes de fibres nerveuses qu'on appelle des *faisceaux secondaires* auxquels ils servent d'enveloppes propres. Ces enveloppes appelées *périnèvre* sont formées par des lamelles concentriques recouvertes d'un endothélium. A son tour, le périnèvre détache de minces feuillets qui s'enfoncent dans le faisceau nerveux secondaire de façon à dédoubler ce dernier en un certain nombre de faisceaux plus petits appelés *faisceaux primaires*, auxquels ils constituent une gaine appelée *endonèvre*. Entre les lamelles du périnèvre il existe des espaces capillaires séreux ou lymphatiques où circule la lymphe. — C'est la continuation du tissu cellulaire sous-arachnoïdien, la pie-mère molle de Henle, l'intima pia d'Axel Key et Retzius. — S'il en est ainsi, et sans admettre comme définitivement démontrés les espaces lymphatiques peri-cellulaires dans l'épaisseur de l'encéphale (Schwalbe, Obersteiner), tous les éléments nerveux baignent dans la lymphe.

quatrième ventricule près du bec du calamus scriptorius (1). Il diffère de la cavité arachnoïdienne en ce qu'il renferme un liquide particulier découvert par Haller et Cotugno, le *liquide céphalo-rachidien*, auquel Magendie a attribué sa véritable valeur tout en montrant qu'il occupe l'espace sous-arachnoïdien.

§. II. — Liquide céphalo-rachidien.

Le *liquide céphalo-rachidien* ou *cérébro-spinal*, est un liquide clair et limpide, alcalin, salé, d'une densité de 1005 à 1010, renfermant 990 parties d'eau sur 1000, et 1 à 2 d'albumines. Incoagulable par la chaleur, il ne contient pas de sérine comme le sérum du sang, mais une matière albuminoïde analogue à la caséine. Ses matières minérales sont riches en phosphates et en sels de potasse, ce qui rapproche le liquide céphalo-rachidien du plasma des tissus et l'éloigne du sérum sanguin. Il renferme aussi du sucre à peu près dans les mêmes proportions qu'on trouve ce corps dans le sang, mais cette matière sucrée est infermentescible et sans action sur la lumière polarisée. Cette composition du liquide cérébro-spinal peut aider à reconnaître l'origine du liquide qui s'écoule par le nez et les oreilles à la suite de certaines fractures de la base du crâne, ainsi que le font remarquer Laugier et Tillaux entr'autres. — Issu par transsudation des vaisseaux de la pie-mère, ce liquide occupe l'espace sous-arachnoïdien spinal dont la capacité est beaucoup trop grande pour contenir la moelle et s'accumule dans l'ampoule terminale inférieure qui l'entoure.

Dans la cavité crânienne, il se rassemble dans les sillons et les scissures qui séparent les circonvolutions ou les lobes du cerveau, en formant des *rivuli*, des *rivi*, des *flumina* (Duret), qui se déversent dans des *confluents* ou *lacs* (espaces sous-arachnoïdiens de Magendie). A la base de l'encéphale il forme un véritable coussinet liquide élastique (fig. 32). — On admet généralement, nous l'avons dit, qu'il pénètre dans les cavités ventriculaires en passant par le trou de Magendie, le quatrième ventricule et l'aqueduc de Sylvius.

(1) Le *trou de Magendie*, dont l'existence normale est encore douteuse, est limité en avant par le bec du *calamus scriptorius*, en arrière par le *vermis inferior* du cervelet, latéralement par les lobules amygdaliens du cervelet et les plexus choroïdes du 4e ventricule. En fait, la cinquième vésicule cérébrale, celle qui donne naissance au quatrième ventricule est, comme les autres, close de toutes parts chez l'embryon ; elle l'est encore chez l'adulte, car, comme le remarque Mathias Duval, le trou de Magendie représente une production accidentelle comme les ouvertures fenêtrées de l'épiploon ou celle des lames mésentériques. (Mathias Duval, *La corne d'Ammon.* (Arch. de Neurologie, 1881-1882, p. 49).

Du vermillon émulsionné dans une solution de sucre injecté dans les espaces sous-arachnoïdiens à des animaux vivants ne passe jamais dans les ventricules (H. Quincke). S'il en est ainsi le trou de Magendie est accidentel. Mouret cependant (*Montpellier médical*, 1891) soutenait encore récemment qu'en laissant tomber lentement un liquide coloré avec le picro-carmin dans le 3e ventricule par l'infundibulun préalablement déchiré (le cerveau étant renversé), on voit le liquide parvenir dans le 4e ventricule et de là sortir par le trou de Magendie « largement ouvert » (Voy. sur ce sujet Marc Sée, *Rev. de médecine*, 1878, p. 124, et 1879, p. 295).

On a beaucoup discuté sur les *usages* du liquide céphalo-rachidien.

Certains auteurs ont prétendu qu'il n'était là que pour remplir le vide qui existe autour des centres nerveux; — d'autres (Magendie) qu'il exerce une pression salutaire puisque les animaux que l'on prive du liquide céphalo-rachidien par ponction chancellent et finissent par tomber. Longet a réfuté cette opinion. Foltz (de Lyon) considérant que les centres nerveux baignent dans le liquide, a pensé que ces centres perdent une grande partie de leur poids selon la loi d'Archimède, d'où il considérait le liquide céphalo-rachidien comme jouant le rôle d'un *ligament suspenseur du cerveau*. J. Cruveilhier comparait le rôle de ce liquide vis-à-vis des centres nerveux à celui des eaux de l'amnios vis-à-vis du fœtus : ce serait un organe de protection.

Voici ce que nous apprend l'expérience relativement aux fonctions du liquide céphalo-rachidien.

Dans l'intérieur du crâne, le liquide céphalo-rachidien possède une tension supérieure à la tension atmosphérique, et cette tension il la doit à la pression artérielle, car elle tombe à zéro si l'on coupe les carotides (Duret). — Ce liquide est animé d'oscillations, en relation directe avec les mouvements d'expansion du cerveau, produits eux-mêmes par les ondées artérielles, et exagérés par l'expiration. Malgré la rigidité du crâne, les changements de volume de l'encéphale sont rendus possibles par suite du reflux du liquide céphalo-rachidien dans le rachis à chaque systole cardiaque et à chaque mouvement expiratoire, reflux accusé par le soulèvement du peloton adipeux des trous de conjugaison du rachis et démontré expérimentalement à l'aide d'appareils enregistreurs. Mais il est à remarquer que dans ce phénomène le principal rôle n'est pas rempli par le liquide céphalo-rachidien, dont les oscillations sont assez restreintes et ne dépassent guère la région cervicale, mais par le sang veineux contenu dans la cavité crânienne qui fuit devant l'ondée artérielle ainsi que l'indique un manomètre introduit dans la veine jugulaire. Cette fuite a lieu jusque dans les sinus rachidiens ainsi que le remarque Flourens. Les mouvements du cerveau sont donc synchrones à la pulsation artérielle et aux mouvements respiratoires. Pendant l'inspiration, au contraire, il y a diminution du contenu de la cavité crânio-rachidienne par suite de l'aspiration par le thorax du sang veineux intra-crânien et intra-rachidien. C'est alors que le liquide céphalo-rachidien reflue du rachis dans le crâne pour y remplir le vide qu'y laisse le sang veineux qui se précipite vers le cœur, et que le vide intra-rachidien lui-même est comblé par les pelotons adipeux qui garnissent l'entrée des trous de conjugaison. Ces pelotons, en effet, se dépriment pendant l'inspiration. L'élasticité de la dure-mère rachidienne et la pression atmosphérique (tendance au vide dans le crâne) sont les forces qui font remonter le liquide du rachis dans le crâne; celles qui le font descendre dans le rachis, c'est l'ondée artérielle et l'accumulation du sang dans l'intérieur du crâne.

F. Jolyet a récemment montré (*Soc. de Biologie*, p. 765, 1893) que l'échappement et la fuite du liquide céphalo-rachidien se font par suite de l'ébranlement ondulatoire qui est communiqué à ce liquide par l'expansion artérielle et veineuse.

En résumé, le liquide céphalo-rachidien a pour usage de régulariser les pressions auxquelles sont soumis les centres nerveux par suite des afflux et reflux intermittents du sang sous l'action de la pompe cardiaque et sous l'influence des mouvements respiratoires. Ce liquide se meut des espaces péri-encéphaliques vers les espaces péri-médullaires et réciproquement, selon que les canaux veineux intra-crâniens ou intra-rachidiens sont gorgés ou dégorgés, et dans ce mécanisme le canal vertébral joue le rôle d'un tuyau d'échappement.

Tel est le rôle du liquide céphalo-rachidien, ainsi qu'il résulte des récentes recherches de Salathé, Mosso, François-Franck, Jolyet, etc., et c'est dans ce sens que doivent être modifiées les idées de Magendie et de A. Richet.

A propos des *mouvements du cerveau* je dirai, pour mémoire, que Luys a prétendu que le cerveau était susceptible de mouvements en rapport avec les changements de position du corps, et tout à fait indépendants des mouvements circulatoires et respiratoires

qu'il subit, — et je renverrai à la thèse de l'un de mes élèves, le Dr Labalette, pour plus de détails. (Voy. à ce sujet : Luys, Colin, Béclard, Sappey, Marc Sée. *Bull. Acad. de Médecine*, mars, avril et mai, 1884; — Labalette, *Les veines de la tête et du cou*, Lille, 1891).

Un malade de Tillaux (1) perdait plus de deux cents grammes de liquide céphalo-rachidien par jour sans autre inconvénient; un autre de Cl. Bernard (2) en perdait plusieurs litres par jour, ce qui prouve avec quelle rapidité se reproduit le liquide céphalo-rachidien.

Duret (*Etudes expér. et clin. sur les traumatismes cérébraux*, 1878), et Tilanus (*Jets over commotio cerebri*, Amsterdam, 1883) ont pensé que le *choc du liquide sous-arachnoïdien* contre la substance de l'encéphale dans le cas de traumatisme céphalique, pouvait jouer un certain rôle dans la production des symptômes de la commotion cérébrale. Aussi est-ce généralement dans le 4e ventricule, c'est à-dire par là où fuit le liquide des ventricules cérébraux au moment de la compression des ventricules par le choc, que l'on trouve les plus grandes lésions du *contre-coup*. A l'appui de cette manière de voir, on pourrait rappeler que c'est aussi à ce niveau que l'on trouve des lésions d'attrition dans les hémorrhagies cérébrales avec inondation ventriculaire (Capitan), mais cependant, je me demande si dans les conditions normales, le liquide ventriculaire est assez abondant pour produire un jet qui viendrait contusionner le 4e ventricule au moment de la compression du traumatisme. Des expériences de Sudre (*Thèse de Bordeaux*, 1886) il résulterait aussi que quand le traumatisme survient au moment de l'inspiration (maximum de tension cérébrale) on assiste à une commotion cérébrale diffuse, tandis que lorsqu'il est appliqué au moment de l'expiration, il donnerait lieu à une contusion bulbaire.

L'augmentation du liquide céphalo-rachidien en proportions exagérées détermine l'*hydrocéphalie*, contre laquelle on a proposé récemment la paracenthèse du ventricule latéral du cerveau suivie de drainage (Broca, Quénu, Phocas, Picqué, Quincke, W. Keen, Mayo Robson, etc.).

5. — Granulations méningiennes ou glandes de Pacchioni

Les *granulations méningiennes* bien décrites par Pacchioni le premier, d'où le nom de *corpuscules*, *corps* ou *glandes de Pacchioni* sous lequel on les désigne encore, sont des grains jaunâtres, plus ou moins volumineux, isolés ou réunis en grappes sessiles ou pédiculées, qu'on rencontre à la face interne de la dure-mère, parfois dans son épaisseur ou faisant saillie à sa surface, ou dans les lacs sanguins ou les sinus où elles font hernie après avoir éraillé la dure-mère. On en trouve toujours le long du sinus longitudinal supérieur, à l'extrémité antérieure du sinus droit, au niveau de la scissure de Sylvius.

On a émis un grand nombre d'opinions sur la nature de ces granulations. Elles ont été considérées tour à tour comme des globules graisseux, des glandes, des ganglions lymphatiques, des grains semblables à ceux des plexus choroïdes.

Ces corps qui n'existent pas chez le fœtus, commencent à paraître chez l'enfant, aug-

(1) Tillaux, *Anatomie topographique*, 2e éd. 1879, p. 52.

(2) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux* t. 1, p. 503.

mentent avec le progrès de l'âge et sont remarquablement développés chez le vieillard. Situés d'abord dans le tissu cellulaire sous-arachnoïdien, ils éraillent les parois de la dure-mère, pénètrent dans l'épaisseur de cette membrane, la traversent même et entrent souvent dans le sinus longitudinal supérieur et les lacs sanguins. Lorsqu'il sont très développés, ils font saillie à la face externe de la dure-mère, se mélangent à des bouquets de veinules et se creusent dans l'épaisseur des parois du crâne des cavités irrégulières qui peuvent même aboutir à la perforation complète (1). Ces érosions sont presque caractéristiques des pariétaux des vieillards. Leur corps est coiffé de l'arachnoïde viscérale et de la dure-mère y compris le feuillet pariétal de l'arachnoïde, de telle sorte qu'elles sont comme enveloppées dans un petit sac séreux qui n'est qu'une dépendance de la cavité arachnoïdienne (4, fig. 39).

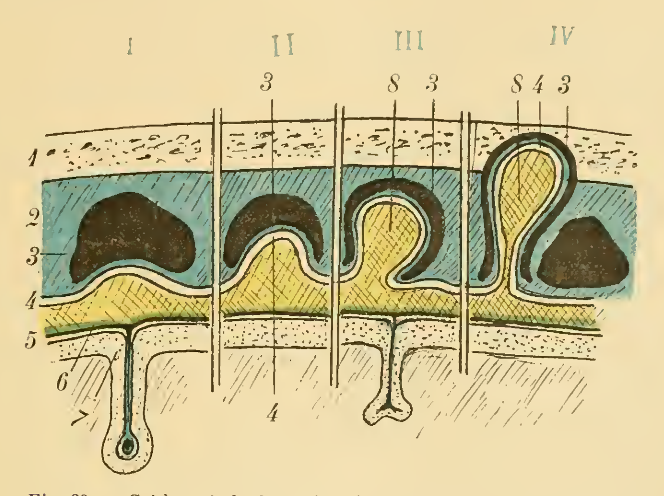


Fig. 39. — Schème de la formation des granulations de Pacchioni.

1, paroi du crâne ; 2, dure-mère ; 3, lac sanguin ; 4, cavité de l'arachnoïde ; 5, tissu cellulaire sous-arachnoïdien ; 6, pie-mère ; 7, écorce cérébrale ; 8, granulation de Pacchioni. La dure-mère et la pie-mère sont en bleu, le tissu sous-arachnoïdien est en jaune, les lacs sanguins en noir.

Les granulations méningiennes sont formées d'un stroma du tissu conjonctif jeune, parsemé de granulations calcaires. Les uns (Faivre) estiment que leur point de départ est dans le tissu cellulaire sous-arachnoïdien (opinion exacte), d'autres qu'elles proviennent de la pie-mère ou même de la dure-mère. Luschka les regarde comme des *franges arachnoïdiennes* analogues à celles des séreuses. — Leur pénétration par les veines et leur mélange avec ces vaisseaux sont considérés comme secondaires par Sappey. Dans tous les cas elles sont infiltrées d'une lymphe qui communique avec le liquide céphalo-rachidien et peut s'écouler dans la cavité veineuse (?) qui renferme la granulation (Axel Key et Retzius, Kollmann). Mais on peut contester que cela ait lieu normalement. C'est probablement là l'effet de la pression artificielle employée pendant l'injection.

(1) Ces corps sont le point de départ des tumeurs fongueuses ou *fongus de la dure-mère.*

6. — Développement des méninges

Les enveloppes du cerveau dérivent des lames céphaliques du mésoderme. — On distingue de bonne heure une couche externe très vasculaire qui répond à la pie-mère et une couche externe à texture plus serrée répondant à la dure-mère. — La cavité de l'arachnoïde se montre primitivement sous forme de fentes multiples qui se produisent à la face profonde de la dure-mère et confluent peu à peu en un espace unique. — Des phénomènes analogues se passent dans les lames protovertébrales au niveau du rachis de l'embryon et aboutissent à la formation de la pie-mère et de la dure-mère.

L'arachnoïde provient donc d'une fissuration du feuillet moyen. Au sein du tissu conjonctif embryonnaire qui existe entre l'arc neural et le névraxe se développe un espace analogue à celui de la cavité viscérale de l'arc viscéral. — Tantôt cet espace reste cloisonné par des faisceaux connectifs délicats, tantôt prend secondairement la forme d'une séreuse analogue à celle constituée par la cavité viscérale : c'est la séreuse arachnoïdienne ou séreuse de l'arc neural.

Les changements de forme de l'encéphale dans le cours du développement entraînent à leur suite la capsule dure-mérienne qui est alors très molle et malléable, de façon à produire les différents replis de cette membrane. La faux du cerveau, la tente du cervelet n'ont pas d'autre origine. Quant à la pénétration de la pie-mère dans les centres nerveux, elle est le résultat de la végétation vasculaire, ou plutôt du développement des vésicules cérébrales autour des vaisseaux qui sont peu à peu environnés par la substance nerveuse. C'est de cette façon que la pie-mère semble avoir pénétré dans les ventricules du cerveau (voy. p. 42 et 43).

Suivant la plupart des embryologistes, les prolongements de la dure-mère se formeraient sur place : c'est ainsi que la faux du cerveau de l'adulte représenterait la portion médiane et sus-calleuse de la faux primitive transformée en tissu fibreux (Dursy, Mihalkovics, Kölliker). La tente du cervelet provient également de la transformation fibreuse du repli du plafond crânien qui s'engage sous la forme d'une cloison transversale entre la troisième et la quatrième vésicule cérébrale et vient sur le côté se continuer avec le pilier antérieur de la base du crâne. La faux primitive, qui comprend tout le tissu mésodermique d'où dériveront les trois méninges, fournit encore la toile choroïdienne supérieure. Elle est en effet partagée en deux quand le corps calleux et le septum lucidum, avec le fornix, se forment par soudure des hémisphères. Kollmann et Loewe, cependant, admettent que les cloisons fibreuses définitives sont des expansions de la dure-mère pariétale, qui ne pénètrent que secondairement dans les lames de tissu conjonctif lâche des méninges embryonnaires, et non pas le résultat de la différenciation d'une partie des cloisons mésodermiques primitives qui viennent s'interposer entre les diverses vésicules cérébrales en voie d'évolution. Quoi qu'il en soit, ces transformations sont achevées à la fin du quatrième mois de la vie intra-utérine chez l'homme. A cette époque, la faux du cerveau, la tente du cervelet et la pie-mère sont bien développées. L'arachnoïde seule n'apparaît que plus tardivement.

Chez les Poissons il n'y a que deux membranes, la dure-mère et la pie-mère. Cette dernière correspond en même temps à l'arachnoïde qui ne s'est pas encore différenciée, mais qui sortira de la membrane vasculaire qui entoure le cerveau, c'est-à-dire de la pie-mère. Cette différenciation résulte de ce que dans les points où se produisent des dépressions à la surface de l'encéphale, la membrane vasculaire se divise en deux lames, l'une profonde qui reste fixée à l'encéphale (pie-mère), l'autre superficielle qui passe au-dessus des dépressions à la manière d'un pont (arachnoïde).

CHAPITRE III

Centres nerveux

Les centres nerveux, avons-nous dit déjà, comprennent la *moelle*, *l'isthme de l'encéphale*, le *cerveau* et le *cervelet*. Nous commencerons par l'étude de la moelle épinière.

Art. I. — MOELLE ÉPINIÈRE

La *moelle épinière* est cette portion du centre nerveux céphalo-rachidien qui est renfermée dans le canal vertébral. Elle s'étend sous la forme d'un gros cordon cylindroïde de l'anneau atloïdien à la deuxième vertèbre lombaire, et se continue en haut avec le bulbe rachidien. En bas, elle se termine en cône, *cône terminal*, en se continuant avec le *filum terminale* qui va s'attacher à la base du coccyx. Chez le fœtus, la moelle épinière s'étend dans toute la longueur de la colonne vertébrale. Cette différence entre l'étendue de la moelle chez le fœtus et chez l'adulte est due à l'allongement relativement beaucoup plus considérable du rachis. Il résulte de cet accroissement inégal entre la colonne vertébrale et la moelle, que celle-ci semble remonter dans le canal vertébral, et cet accroissement rend compte de la disposition des nerfs de la *queue de cheval*, qui, au lieu de se porter horizontalement en dehors vers le trou de conjugaison le plus voisin comme les autres racines des nerfs médullaires, cheminent dans une assez grande étendue dans l'intérieur du canal et paraissent avoir été attirés en haut. — Toutefois, on retrouve les vestiges de la moelle épinière même au centre des nerfs de la queue de cheval, sous la forme du *filum terminale* (1) renfermé dans le ligament coccygien.

(1) Le *fil terminal* représente la partie terminale, devenue rudimentaire, de la moelle épinière, comme la région caudale de la colonne vertébrale représente une partie atrophiée de l'axe squelettique dont trois vertèbres au moins ne correspondent pas à des nerfs rachidiens. — Il est formé d'une gaîne de substance grise constituée par le prolongement de la substance gélatineuse centrale de la moelle ; — çà et là on trouve dans cette gaine des noyaux ganglionnaires d'où émergent des fibres nerveuses qui se mettent en rapport avec un petit ganglion. Ces fibres représentent une paire de nerfs spinaux atrophiés et ne se comportant plus comme les nerfs coccygiens (A. Rauber).

La moelle ne remplit guère que la moitié du calibre du canal vertébral, dans lequel elle est comme suspendue au milieu d'un cylindre aqueux, formé par le liquide céphalo-rachidien. Son *volume* n'est pas le même dans toute l'étendue de son trajet. D'un diamètre moyen de 10 à 12 millimètres, elle se renfle au niveau de la partie inférieure de la région cervicale et à la partie inférieure de la région dorsale. Du premier renflement, *renflement cervical*, émergent les nerfs du membre supérieur, d'où encore le nom de *renflement brachial* qui lui a été donné ; le second renflement, improprement appelé *renflement lombaire*, donne naissance aux nerfs qui se rendent dans le membre inférieur, d'ou le nouveau nom qu'on lui a donné de *renflement crural*. Au niveau de chacun de ces renflements, la moelle perd son aspect cylindroïde et s'aplatit d'avant en arrière (1).

Les deux renflements cervical et lombaire de la moelle sont en rapport avec les membres ou appendices qu'ils desservent en nerfs. Leur formation est en relation intime avec le développement des membres. Aussi chez les Poissons qui n'ont que des rudiments de membres, la moelle est-elle à peu près d'un volume égal dans toute sa longueur. Le renflement lombaire manque chez les Cétacées, le renflement cervical fait défaut chez les Ectromèles thoraciques ; il est énorme chez l'Anthropoïde aux bras d'acier.

La *longueur* moyenne de la moelle est estimée à 40 centimètres, et son *poids* a environ 30 grammes, ce qui représente environ le 1/40 du poids de l'encéphale (Meckel). — Placée dans un liquide durcissant, elle reprend ses courbures (Flesch), qu'elle n'a plus lorsqu'on vient de l'extraire du canal rachidien.

Renfermée dans le canal rachidien qui la protège, contenue dans une triple enveloppe que lui forme la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère rachidiennes, la moelle est maintenue dans le canal vertébral, en avant et en arrière, par des tractus fibreux irréguliers, *ligaments antérieurs et postérieurs*; latéralement par les *ligaments dentelés*, les racines des nerfs spinaux et leurs gaines pie-mériennes ; en bas, par le ligament coccygien qui la fixe au coccyx; en haut, par le bulbe rachidien avec le collet duquel elle se continue.

On décrit à la moelle épinière une *configuration extérieure* et une *conformation intérieure*.

I. — Configuration extérieure.

La *surface extérieure* de la moelle épinière peut être étudiée malgré la présence de la pie-mère qui l'engaine et lui adhère intimement. Elle présente à considérer *deux sillons médians* longitudinaux, l'un antérieur, l'autre postérieur, qui règnent le long de la moelle et la divisent en deux moitiés le plus ordinairement parfaitement symétriques, et les *origines des nerfs rachidiens* situés de chaque côté sur deux lignes longitudinales parallèles.

(1) Desmoulins a établi que le volume de la moelle chez les animaux est en rapport avec l'énergie du mouvement et de la sensibilité tactile.

Le *sillon médian antérieur* (1, fig. 40) divise la face antérieure de la moelle en deux parties parfaitement égales. Il s'étend de l'entre-croisement des pyramides (collet du bulbe) à l'extrémité caudale de la moelle, et occupe, en profondeur, à peu près le tiers de l'épaisseur de cet organe. Dans ce sillon, s'enfonce un repli de la pie-mère, et dans son fond on aperçoit une lame blanche qui passe d'une moitié de la moelle à l'autre, la *commissure blanche* ou *commissure antérieure* (7, fig. 46).

Le *sillon médian postérieur* (2, fig. 40), plus étroit et plus profond que l'antérieur, s'étend du bec du *calamus scriptorius* à la terminaison de la moelle dont il partage la face postérieure en deux moitiés parfaitement semblables. Dans ce sillon, la pie-mère n'envoie qu'une simple cloison, mais celle-ci est très-adhérente aux parois du sillon, dont il est très difficile d'écarter les deux lèvres (1). Son fond est limité par une commissure analogue à celle qui garnit la profondeur du sillon médian antérieur, mais de couleur grisâtre, la *commissure grise* ou *commissure postérieure* (8, fig. 46).

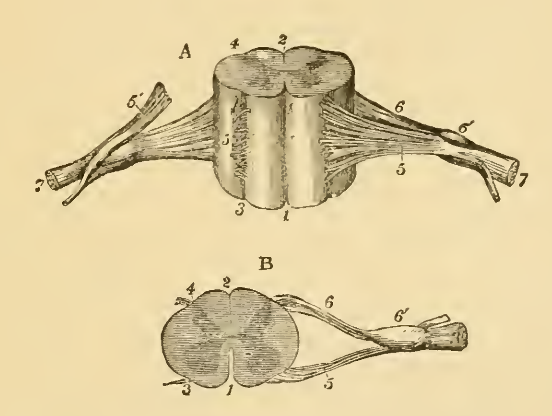


Fig. 40. — Coupes transversales de la moelle épinière.

1, sillon médian antérieur; 2, sillon médian postérieur; 3, sillon collatéral antérieur; 4, sillon collatéral postérieur; entre 1 et 3, cordon antérieur; entre 3 et 4, cordon latéral; entre 2 et 4, cordon postérieur; 5, racine antérieure, et 6, racine postérieure des nerfs rachidiens 6' ganglion rachidien; 7, nerf rachidien (nerf mixte).

Sur les *parties latérales de la moelle*, on observe *deux sillons latéraux* représentés par les lignes d'implantation des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens.

Le *sillon collatéral postérieur* ou *sillon des racines postérieures* et très apparent lorsqu'on a enlevé la pie-mère et arraché les racines postérieures des nerfs spinaux (4, fig. 40). Il se présente alors sous la forme d'une ligne lon-

(1) Voy. Dante Bertelli, *Rapporti della pia-madre con i solchi del midollo spinale umano*, Pisa, 1891.

gitudinale ponctuée, dont les points sont représentés par l'insertion des racines sur la substance grise centrale de la moelle.

Le *sillon collatéral antérieur* (3, fig. 40) correspond à la ligne d'insertion des racines antérieures des nerfs rachidiens. Mais ce sillon n'est nullement comparable au sillon collatéral postérieur, car l'arrachement des racines antérieures montre que ces racines s'implantent d'une façon irrégulière sur les parties antéro-latérales de la moelle et non pas comme les racines postérieures, suivant une ligne longitudinale régulière. — Les sillons latéraux, au reste, on le conçoit, sont purement artificiels.

Les sillons naturels médians et les sillons artificiels collatéraux de la moelle, s'étendent d'un bout à l'autre de cet organe et le divisent en faisceaux ou cordons pairs et symétriques.

La portion de la moelle comprise entre le sillon médian antérieur et le sillon collatéral antérieur porte le nom de *cordon antérieur*. — La portion comprise entre le sillon collatéral antérieur et le sillon collatéral postérieur est appelée *cordon latéral*. La portion intermédiaire au sillon collatéral postérieur et au sillon médian postérieur porte le nom de *cordon postérieur*. L'anatomie et la physiologie démontrant que la séparation du cordon antérieur d'avec le cordon latéral n'est pas complète, on a coutume de réunir ces deux cordons sous la dénomination de *cordon antéro-latéral*.

Enfin, les cordons antérieur et postérieur sont dédoublés dans une certaine partie de leur trajet par 2 petits sillons que l'on a appelés *sillons intermédiaires*, et que l'on distingue en *antérieur* et *postérieur*.

Le *sillon intermédiaire antérieur*, bien étudié par Dante Bertelli (1) sur 25 moelles d'enfants âgés de plus d'un an, à l'Institut anatomique de Pise, n'est pas constant ; — il existe le plus souvent d'un seul côté. — Lorsqu'il existe, il est presque toujours la continuation du sillon qui sépare les pyramides des olives. — Il n'atteint pas la limite inférieure de la région cervicale et la pie-mère s'y insinue.

Le *sillon intermédiaire postérieur*, bien visible chez le fœtus, effacé chez l'adulte, chez lequel on ne le retrouve plus que dans les régions supérieures de la moelle, s'étend entre le sillon longitudinal postérieur de la moelle et le sillon collatéral postérieur, divisant ainsi le cordon postérieur en 2 cordons secondaires, l'un interne l'autre externe, que nous étudierons bientôt sous les noms respectifs de cordon de Goll et de cordon de Burdach.

II. — Conformation intérieure de la moelle épinière

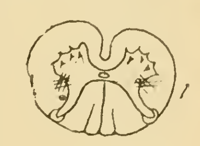
La *texture de la moelle* ne peut être étudiée qu'au moyen de coupes transversales. Ces coupes montrent que la moelle est composée, dans toute son étendue, de deux substances, l'une corticale, la *substance blanche*, l'autre centrale, la *substance grise*.

(1) Dante Bertelli. *Le sillon intermédiaire antérieur de la moelle épinière dans la 1re année de la vie* (Arch. ital. de Biol. p. 354, t. XIII, fasc. II, 1890).

La *substance blanche* est située à la périphérie et environne de toutes parts la substance grise, sauf dans le fond du sillon médian postérieur ; elle constitue les cordons que nous avons délimités à la surface de la moelle, et qui règnent dans la longueur de cet organe sous la forme de colonnes blanches parallèles.

La *substance grise* forme, dans chaque moitié de la moelle, une colonne longitudinale dont la coupe transversale représente assez bien la forme d'un croissant lunaire, à concavité externe.

Ce croissant est terminé par deux extrémités renflées. L'antérieure porte le nom de *corne antérieure*, la postérieure celui de *corne postérieure*. Les deux croissants gauche et droit sont reliés l'un à l'autre par leur convexité, à l'aide d'une bande transversale de substance grise que l'on peut voir au fond du sillon médian postérieur, mais qui reste séparée du sillon médian antérieur par un pont de substance blanche qui unit l'un à l'autre les deux cordons antérieurs. Cette bande, *commissure grise*, est percée en son centre d'un canal, le *canal épendymaire*, *canal central de la moelle*, qui règne le long de l'axe de la moelle, et qui est accompagné de chaque côté par une veine centrale, *veines centrales de la moelle*.





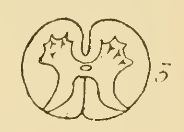


Fig. 41. — Trois coupes transversales de moelle pour montrer la disposition relative de la substance grise dans les diverses régions.

1, renflement cervical ; 2, région dorsale ; 3, renflement lombaire.

Dans toutes les coupes, la substance grise est vaguement représentée au centre de la substance blanche sous l'aspect d'un H, ou mieux peut-être sous celui de deux ailes d'oiseau réunies par une barre transversale. Elle forme, au centre de la moelle, une colonne cannelée, dans les cannelures de laquelle viennent se placer les cordons blancs.

La moelle épinière a une constitution à peu près semblable dans toute son étendue, comme on peut s'en rendre compte sur une série de coupes transversales pratiquées à diverses hauteurs. Sur toutes les coupes, on voit que les *deux moitiés* de la moelle sont séparées, en avant et en arrière, par les *sillons médians antérieur* et *postérieur ;* qu'elles sont unies, au fond du sillon médian antérieur par la *commissure blanche ;* qu'elles sont réunies dans le fond du sillon médian postérieur par la *commissure grise*, qui s'adosse, en avant, à la commissure blanche; que le centre de la commissure grise est percé d'un trou, trou qui n'est que la coupe du *canal central* de la moelle ou *canal épendymaire*.

Les mêmes coupes de la moelle nous apprennent encore que la substance grise et la substance blanche ne sont pas également réparties dans toute la longueur de la moelle, et que la colonne de substance grise n'a pas non plus exactement la même forme dans toute son étendue (1, 2, 3, fig. 41). La coupe offre, en effet, tantôt l'image de deux croissants unis par leur convexité à l'aide d'une barre transversale; tantôt celle d'un X; ailleurs l'image de deux C adossés par leur dos. La colonne de substance grise est plus épaisse dans la région cervicale et la région lombaire que dans la région thoracique. La couche de substance blanche est également plus épaisse au niveau des renflements

cervical et dorso-lombaire. — Au niveau du cône terminal, la substance blanche ne constitue plus qu'une lame enveloppant la substance grise. — Dans les régions cervicale et lombaire, les cornes antérieures se font remarquer par leur volume ; vers le renflement dorso-lombaire, les cornes postérieures augmentent de grosseur. Mais, quelles que soient ces modifications, la coupe de la substance grise n'en présente pas moins, dans tous les cas, ses deux croissants et sa commissure grise centrale. L'extrémité antérieure des croissants est renflée, c'est la *corne antérieure ;* l'extrémité postérieure est plus effilée et se rapproche davantage de la surface de la moelle, c'est la *corne postérieure* (1).

Toutefois, la forme de ces cornes n'est pas celle d'une pointe, mais bien celle d'un renflement supporté par une portion plus ou moins rétrécie. Le renflement porte le nom de *tête* de la corne ; la portion rétrécie, celui de *col* de la corne.

La tête de la corne postérieure est remarquable en ce qu'elle est coiffée d'une calotte de substance névroglique presque amorphe (en forme d'U sur une coupe), à laquelle on a donné le nom de substance *gélatineuse de Rolando.*

Dans la moelle cervicale inférieure et thoracique supérieure, la portion la plus latérale de la corne antérieure s'accuse d'une façon spéciale, jusqu'à constituer un prolongement particulier qu'on appelle *corne latérale*, *tractus intermédio-latéral* de Clarke. Entre les cornes antérieure et postérieure, enfin, la substance grise n'est pas nettement limitée ; elle pénètre dans un réseau de trabécules et de filaments gris qui s'enfoncent profondément dans la substance blanche : ce sont les *prolongements réticulés* de LENHOSSEK, le *processus reticularis* ou *formation spongieuse* ou *réticulée de Deiters* (16, fig. 43).

La région cervicale est encore caractérisée par la présence à la base de la corne postérieure du faisceau de fibres qu'on a appelé le *faisceau longitudinal de la substance grise* (f. respiratoire de KRAUSE).

L'examen des coupes de moelle, à l'œil nu, montre que la corne antérieure n'arrive pas jusqu'à la surface de l'organe. Il résulte de cette disposition que toute la substance blanche qui entoure la corne antérieure, et qui s'étend du sillon médian antérieur à la corne postérieure, est indivise. Elle semble ne former qu'un cordon homogène, le *cordon antéro-latéral.* En arrière, au contraire, la corne postérieure sépare nettement le cordon précédent du *cordon postérieur*, portion de substance blanche comprise entre le sillon médian postérieur et la corne postérieure. Dans la région cervicale, ce cordon postérieur est nettement divisé en deux cordons secondaires par le *sillon intermédiaire postérieur* qui sépare le *cordon de Goll* appliqué contre le sillon médian postérieur, du cordon postérieur fondamental ou *cordon de Burdach*, qui, lui, s'appuie contre la corne postérieure.

(1) Il va sans dire que ce n'est là qu'une image de la section transversale des deux colonnes grises qui règnent le long de la moelle sous la forme d'épaisses lames roulées sur elles-mêmes en gouttière à concavité externe, de même que la bande grise transversale doit être regardée comme un long ruban transversal qui court également le long de la moelle.

Je donne dans le tableau ci-dessous la superficie des trois cordons et de la substance grise pour une moitié de la moelle à diverses hauteurs d'après Stilling.

Au niveau de l'origine des racines de la	Cord. a mill. c.	C. l.	C. p.	Les 3 cord. mill. c.	Corne ant.	Corne post.	Subst. gr.	moelle tout entiè"
3e paire cervicale.........	6.13	13.21	13.47	32.81	5.71	5.49	11.20	41 04
7e —	10.90	15.17	14.30	40.37	10.75	7.47	18.22	58.59
1re paire dorsale	5.71	14.06	8.95	28.72	3.86	3.17	7.03	35.75
2e à 8e p. dorsale	4.24	13.55	6.43	24.22	2.73	2.61	5.34	29 56
4e paire lombaire	7.51	6.32	8.69	22.52	12.3	8.96	20.99	43.51
4e sacrée	2.30	2.33	1.51	6.14	5.34	5.43	10.77	16.99

Il ressort de ces chiffres que le renflement cervical résulte à la fois d'un surdéveloppement localisé des parties blanche et grise de la moelle, tandis que le renflement lombaire est presque exclusivement formé par le surdéveloppement localisé de la substance grise. Ce fait s'explique facilement par la constitution même des cordons : abstraction faite des racines et des fibres commissurales longitudinales, ces cordons sont constitués en effet, par des fibres descendantes ou motrices et des fibres ascendantes ou sensitives. Or, le paquet moteur, abandonnant successivement ses fibres aux racines motrices des nerfs rachidiens à mesure qu'il descend, diminue en même temps, tandis que le faisceau sensitif, recevant des fibres à chaque racine postérieure qui viennent du nerf sensitif, grossit à mesure qu'il s'élève. Il en résulte qu'au niveau du renflement lombaire, comme le remarque judicieusement Sappey, ces deux faisceaux sont à leur minimum, le faisceau ascendant commençant à peine, le faisceau descendant étant presque épuisé.

III. — STRUCTURE OU CONSTITUTION DE LA MOELLE

La *moelle épinière* est composée de fibres et de cellules nerveuses, de névroglie et de vaisseaux. Dans la *substance blanche*, il n'y a que des tubes nerveux et de la névroglie ; — dans la *substance grise* des cellules et des fibrilles nerveuses plongées dans un stroma névroglique.

§ I. — Substance blanche.

La *substance blanche* de la moelle est uniquement composée de fibres nerveuses et de névroglie.

1° Fibres nerveuses. — Les *fibres nerveuses* de la moelle sont formées par un cylindre-axe entouré d'un manchon de myéline, sans gaine de Schwann comme toutes les fibres des centres nerveux. Elles n'ont pas non plus, d'après Ranvier, et contrairement à l'opinion de Tourneux et de Legoff, d'étranglements annu-

laires comme les nerfs périphériques. — Quelques-unes portent cependant à leur surface un noyau environné d'une petite plaque de protoplasma (Ranvier) analogue aux noyaux des segments interannulaires des nerfs périphériques. Le diamètre de ces fibres varie de 5 à 20 μ, et les plus volumineuses sont dans les portions motrices des cordons antéro-latéraux, les plus fines dans les faisceaux cérébelleux. Quelques-unes, spécialement dans les cordons antéro-latéraux et les racines antérieures présentent des cylindres-axes enroulés sur eux-mêmes en peloton (Paladino) (1).

Ces fibres peuvent être divisées en *fibres intrinsèques* et en *fibres extrinsèques*.

Les *fibres intrinsèques* (4, fig. 42) naissent et se terminent dans la moelle en reliant entre eux les divers étages de substance grise. Fixées par leur extrémité inférieure sur un point donné de substance grise, elles suivent un trajet ascendant et vont se perdre par leur extrémité supérieure sur un point plus ou moins élevé de la colonne grise. Les fibres intrinsèques de la moelle sont donc des fibres d'union ou d'association qui établissent des communications entre les diverses régions ou étages de la substance grise de la moelle. Elles apparaissent les premières chez le fœtus et subissent la dégénérescence limitée (fibres courtes), ainsi que Schieferdecker, Singer, etc., l'ont bien établi expérimentalement.

Les *fibres extrinsèques* (5, 6, fig. 42), nées dans la substance grise médullaire, se portent aux ganglions du cerveau, après avoir traversé le bulbe, la protubérance et les pédoncules cérébraux. Elles rattachent donc les cellules de la substance grise de la moelle aux centres nerveux supérieurs. Elles sont longues et diminuent graduellement de nombre de haut en bas de la moelle. La dégénérescence les frappe dans toute leur étendue ; les unes sont *centripètes* et subissent la *dégénérescence ascendante* : elles sont contenues dans le faisceau de Goll et le faisceau cérébelleux direct ; les autres sont *centrifuges* et subissent la *dégénérescence ascendante* : elles sont localisées dans le faisceau pyramidal croisé et le faisceau de Turck. Elles paraissent les dernières de toutes et manquent dans l'absence ou l'arrêt de développement des hémisphères.

Toutes, fibres intrinsèques comme fibres extrinsèques, n'ont aucune connexion directe avec celles des nerfs rachidiens. Les racines des nerfs arrivent à la substance grise centrale dans laquelle elles entrent, après avoir passé entre les fibres de la substance blanche périphérique ; mais peu d'entre elles prennent part à la constitution des cordons blancs corticaux. Il faut spécifier néanmoins que les racines antérieures suivant un court trajet descendant dans le cordon antéro-latéral, et que les racines postérieures suivant un trajet ascendant plus ou moins long dans la moelle (fibres longues des f. de Goll), prennent ainsi une certaine part à la constitution des cordons postérieurs dans la zone radiculaire postérieure. Elles entrent donc momentanément dans la constitution des cordons blancs.

2° **Névroglie.** — De la face profonde de la pie-mère partent des prolongements extrêmement fins qui pénètrent la moelle et forment dans son épaisseur une infinité de cloisons d'une minceur extrême. Ces cloisons, en s'unissant à la

(1) Paladino, *Arch. ital. de Biol.* t. XVII, f. 1, p. 4, 1892.

tunique adventice des vaisseaux de la moelle et au tissu qui sert de « basement membrane » à l'épithélium du canal épendymaire, constituent un réseau à mailles polygonales (sur une coupe transversale) qui isole les uns des autres sous formes de colonnettes les éléments nerveux. Cette sorte de charpente, qui a été considérée comme formée par du tissu conjonctif réticulé, a été comparée par Bidder à une éponge dans les aréoles de laquelle se trouveraient les cellules et les fibres de la moelle. Les éléments constitutifs qui entrent dans la composition de ces trabécules sont des fibrilles (que l'on considérait avant les travaux de Ranvier et J. Renaut comme des fibrilles connectives et élastiques), des cellules et de la matière amorphe qui sert comme d'un ciment intermédiaire.

Ranvier a démontré que les fibres de la névroglie sont des faisceaux de fibrilles d'une extrême minceur, entrecroisés et revêtus de distance en distance par les cellules de la névrolgie. Lorsque ces cellules correspondent au point d'entrecroisement de faisceaux de fibrilles, il semble qu'on ait sous les yeux une cellule à prolongements ramifiés, d'où le rapprochement que l'on a fait entre leur forme et celle du poulpe, d'où encore le nom qu'on leur a donné de *cellules araignées* (Jarkowitz), *cellules de Deiters*. Mais Ranvier a fait voir que ce n'est là qu'une apparence, que les prolongements n'appartiennent pas à la cellule, mais que ce sont les fibrilles de la névroglie entrecroisées au niveau des cellules qui donnent lieu à cette illusion. Enfin, cet éminent anatomiste et J. Renaut, ont montré que la névroglie n'appartient pas à la catégorie du tissu conjonctif. C'est là une formation spéciale qui dérive du neuro-épithélium primitif. Ce qui ne veut pas dire toutefois que dans les cloisons principales on ne trouve pas de fibres connectives, car il y en a fatalement qui émanent de la pie-mère et pénètrent dans la moelle avec les vaisseaux.

Les fibrilles sont du reste de plus en plus fines et de plus en plus rares au fur et à mesure que les cloisons elles-mêmes deviennent plus ténues. Arrivée à la substance grise centrale, la névroglie ne contient presque plus que de la matière amorphe et quelques éléments cellulaires. Cette matière amorphe isole les uns des autres les tubes nerveux de la substance blanche.

La substance gélatineuse de Rolando est composée de névroglie abondante en matière amorphe. Le seul tissu conjonctif qu'on trouve dans la moelle y est entraîné par les vaisseaux sanguins qui s'enfoncent dans l'organe. Il se présente sous la forme de minces cloisons où cheminent les vaisseaux. C'est ce tissu qui est frappé en premier lieu dans les myélites diffuses ou myélites interstitielles.

§ II. — Systématisation dans la moelle épinière.

La moelle épinière peut être considérée comme formée d'une série de segments superposés ou métamériques correspondant à chaque paire de nerfs spinaux et analogues aux chaînons de la chaîne ganglionnaire ventrale bilatérale des Annelés et des Arthropodes. Chacun d'eux est un centre complet, se suffisant à lui-même avec ses cellules nerveuses, ses nerfs moteurs et sensitifs. Chacun d'eux est aussi différent du voisin, car il innerve un point particu-

lier du corps, surface tactile ou groupe musculaire. Les cellules nerveuses y sont groupées en champs moteurs et sensitifs, mais réunies entre elles par de nombreux fils, les uns longitudinaux (commissures longitudinales) réunissant les étages de moelle entre eux, les autres transversaux (commissures transversales) réunissant les cellules du côté droit aux cellules du côté gauche de chaque segment.

Les commissures qui réunissent les deux moitiés des segments sont assez courtes, comme l'espace qui sépare deux paires rachidiennes, soit 1 à 3 centimètres d'étendue. Elles sont fournies par les faisceaux antérieur et postérieur fondamentaux et par le faisceau latéral profond. Outre ce système commissural constitué par des fibres courtes et qui forme les *commissures spinales* (4, fig. 42), il y a deux autres ordres de commissures formées par des fibres longues unissant, soit la moelle épinière au cerveau soit la moelle au cervelet : ce sont les *commissures spino-cérébrales* et *spino-cérébelleuses* (5 et 6, fig. 42).

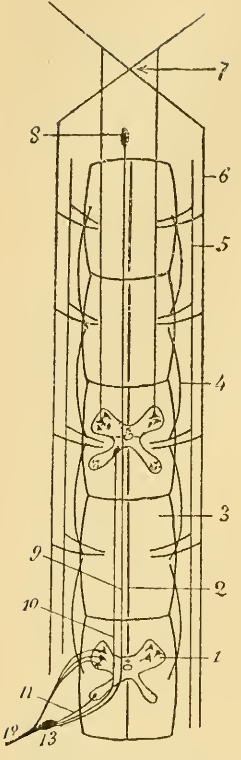


Fig. 42. — Figure schématique destinée à montrer les segments médullaires et les commissures spinales, spino-cérébrales et spino-cérébelleuses.

1, corne antérieure; 2, sillon médian; 3, segment médullaire; 4, commissure spinale; 5, commissure spino-cérébelleuse; 6, commissure spino-cérébrale; 7, décussation des pyramides au niveau du collet du bulbe; 8, noyau de Goll; 9, fibres radiculaires postérieures longues; 10, fibres radiculaires se rendant à la colonne de Clarke; 11, fibres radiculaires courtes; 12, nerf rachidien.

Examinée à l'œil nu et même au microscope, une coupe transversale de moelle d'adulte sain, nous présente la substance centrale grise et la substance périphérique blanche comme parfaitement homogènes. Et pourtant, la physiologie expérimentale, l'anatomie pathologique et l'embryogénie (Flechsig, Pierret, etc.) s'accordent admirablement pour nous révéler dans l'épaisseur de la moelle des parties distinctes, autonomes et spécialisées : c'est à ces parties qu'on a donné le nom de *systèmes* qui, dans la substance blanche, constituent des cordons secondaires ou faisceaux.

1. — Cordons blancs de la moelle. — Les fibres nerveuses de la moelle, groupées autour de l'axe gris central, auquel elle forme une sorte d'écorce blanche, sont distribuées dans les différents cordons que nous avons déjà signalés. En réalité elles constituent ces cordons. C'est donc le moment d'étudier ceux-ci en détail.

a. Cordon antérieur. — Le *cordon antérieur* est compris entre le sillon médian antérieur de la moelle et la ligne d'implantation des racines antérieures des nerfs spinaux. Ses fibres les plus internes, fibres commissurales, s'entrecroisent dans toute la hauteur de la moelle, avec celles du cordon opposé. Elles contribuent ainsi à former la *commissure blanche* (20, fig. 43), dont le reste des fibres est formé par les anastomoses transversales, qui se font au même niveau, entre les grosses cellules des cornes antérieures des deux moitiés de la moelle.

Il comprend deux faisceaux, un interne, attenant au sillon médian anté-

rieur que l'on appelle le *faisceau de Turck* (5, fig. 43), l'autre externe, reste du cordon antérieur, désigné sous le nom de *faisceau antérieur principal* (6, fig. 43).

Le *faisceau de Turck*, *faisceau pyramidal* ou *cérébral direct*, *faisceau moteur direct*, est formé de fibres centrifuges qui descendent du cerveau dans la moelle sans s'entrecroiser au niveau du collet du bulbe rachidien. C'est la portion directe d'un important faisceau, le *faisceau pyramidal*, dont nous achèverons l'étude plus tard. Ses fibres sont donc longitudinales et appartiennent dans le cerveau et la pyramide antérieure du bulbe au même côté du corps que la moitié correspondante de la moelle épinière. Toutefois, une fois parvenues dans l'épaisseur de la moelle, elles passent en partie du côté opposé en suivant la commissure blanche qu'elles contribuent à former et vont se terminer dans les cellules de la corne antérieure. Ce faisceau s'arrête d'ordinaire vers la partie moyenne de la région dorsale, mais TOOTH a pu le suivre jusqu'à la 2e partie lombaire. Il subit la dégénération descendante.

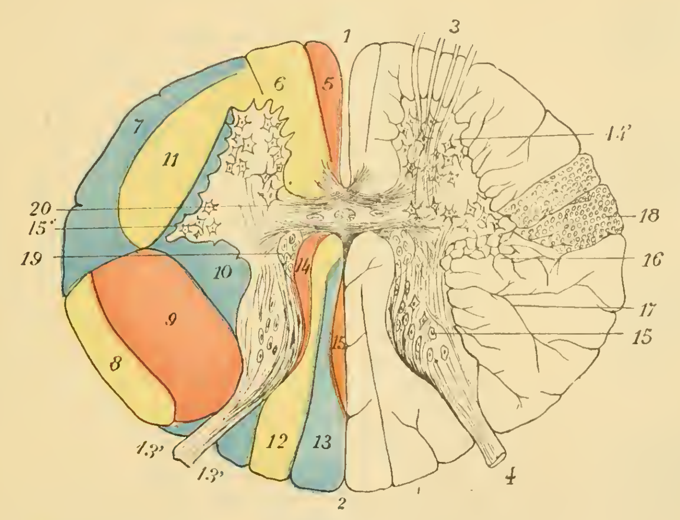


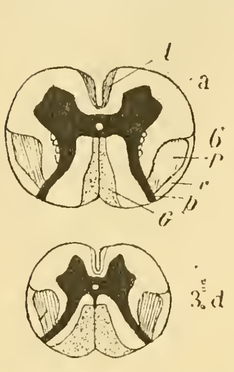
Fig. 43. — Coupe transversale schématique de la moelle pour montrer la systématisation dans cet organe.

1, sillon médian antérieur; 2, sillon médian postérieur; 3, racines antérieures, et 4, racines postérieures des nerfs rachidiens; 5, faisceau pyramidal direct; 6, f. principal du cordon antérieur; 7, f. de Gowers; 8, f. cérébelleux direct; 9, f. pyramidal croisé; 10, f. latéral, profond; 11, f. restant du cordon latéral; 12, f. de Burdach; 13, f. de Goll; 13', 13', f. de Lissauer ou f. radiculaires interne et externe; 14, zone marginale de Westphal; 15, f. semi-olivaire de Flechsig; 14' corne antérieure, et 15, corne postérieure de la moelle; 16, processus reticularis et corne latérale; 17, cloisons de la subtance blanche; 18, fibres nerveuses coupées en travers; 19, colonne de Clarke ou de Stilling; 20, commissure blanche antérieure.

Le *faisceau antérieur principal* occupe l'espace situé entre le précédent et le sillon collatéral antérieur. Il est constitué en partie par les racines antérieures qui descendent pendant un certain trajet dans son intérieur, mais surtout par des fibres longitudinales plus ou moins longues qui unis-

sent entre eux les étages successifs des cornes antérieures. Il fait donc partie du *système des fibres commissurales longitudinales.*

b. Cordon latéral. — Le *cordon latéral* est compris entre la ligne d'implantation des racines antérieures et la ligne d'insertion des racines postérieures des nerfs rachidiens. Il est constitué par des fibres qui sont volumineuses à la surface, plus fines dans la profondeur. — Il n'y a pas d'entrecroisement des cordons latéraux dans la moelle, mais ils s'entrecroisent en partie dans le bulbe (voy. BULBE RACHIDIEN.



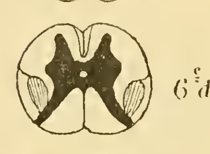






Fig. 44. — Cinq coupes transversales de la moelle pour montrer la disposition et le volume des faisceaux dans les diverses régions (d'après Flechsig).

l, faisceau de Turck; P, f. pyramidal croisé; c, f. cérébelleux; G, f. de Goll; a, corne antérieure; p, corne postérieure.

Ce cordon comprend cinq systèmes différents groupés en faisceaux. Ce sont : 1° le faisceau cérébelleux direct; 2° le faisceau de Gowers; 3° le faisceau pyramidal croisé, 4° le faisceau restant du cordon latéral; 5° le faisceau latéral profond.

Le *faisceau cérébelleux direct* ou *faisceau de Flechsig* (8, fig. 43) est situé à la partie postérieure et superficielle du cordon latéral sous la forme d'une bande assez mince qui s'étend de la moelle dorsale (niveau de la 12e (BARBACCI) ou seulement de la 10e à la 8e paire de nerfs dorsaux (KAHLER et PICK, SCHULTZE, TOOTH) aux corps restiformes, et de là, dans le vermis du cervelet (FLECHSIG). Il est formé par un ensemble de fibres centripètes qui unissent le cervelet aux différents étages de la colonne vésiculaire de Clarke. Il subit la dégénérescence ascendante dans les altérations de la moelle, et se développe chez le fœtus avant les faisceaux pyramidaux, mais après le faisceau latéral restant et le faisceau de Burdach. Il contient quelques fibres descendants du cervelet qui ne dégénèrent pas dans les lésions de la moelle (MARCHI).

Le *faisceau de Gowers ou faisceau ascendant antéro-latéral* (zone antérieure latérale mixte de Flechsig, faisceau périphérique de la région antérieure de Bechterew) occupe la zone antérieure et superficielle du cordon latéral (7, fig. 43).

Placé sous la forme d'un croissant à la surface du cordon latéral, en avant du faisceau cérébelleux qu'il semble continuer, il empiète un peu par son extrémité antérieure sur le cordon antérieur et est à ce niveau traversé par les racines antérieures. Ce faisceau commence dans la partie inférieure du renflement lombaire (BECHTEREW), augmente de volume en montant par deux ordres de racines, les unes fines qui viennent de la colonne de Clarke, les autres grosses qui proviennent des cornes antérieures, et va se terminer, par ses fibres fines dans le noyau latéral du bulbe (BECHTEREW) qui siège au niveau de la partie inférieure de l'olive, et par ses fibres grosses dans

le cervelet en passant par le pédoncule inférieur (TOOTH). — Ce faisceau subit la dégénérescence ascendante.

Les fibres du *cordon de Gowers* viendraient surtout des cellules de la colonne de Clarke (TOOTH, *Secondary degeneration of the spinal cord*, 1889). C'est par ce cordon que passeraient les impressions douloureuses (GOWERS), et aussi, les impressions tactiles, s'il est vrai que lorsque toute la moelle est détruite, sauf les cordons latéraux (LUDWIG et WOROSCHILOF), la sensibilité n'est pas tout à fait éteinte.

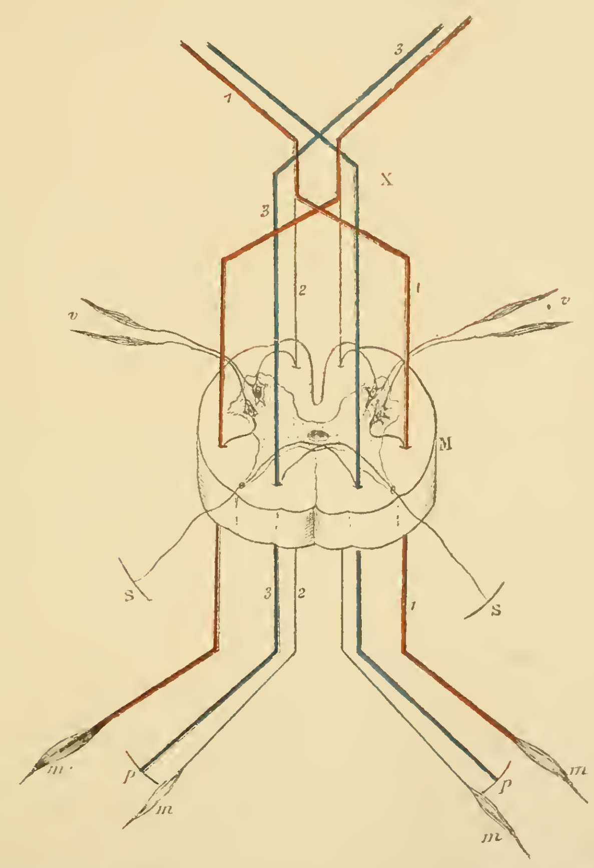


Fig. 45. — Trajet des faisceaux pyramidaux et des cordons postérieurs.

1, 1, faisceau pyramidal croisé; 2, 2, f. pyramidal direct; 3, 3, cordon postérieur, x, entrecroisement bulbaire; m, m, agent moteur (muscles); p, p, surface sensible (peau); s, s, nerfs sensitifs; v, v, nerfs moteurs; M, segment de la moelle.

BECHTEREW s'accorde avec TAKACS pour en faire un faisceau sensitif.

Presque toute l'écorce du cordon latéral (f. de Flechsig et f. de Gowers), est constituée par des fibres cérébelleuses ascendantes et descendantes (W. MOTT, *Brain*, p. 215, 1892).

Le *faisceau pyramidal croisé*, *faisceau moteur* ou *cérébral croisé*, est situé au-dessous du faisceau cérébelleux (9, fig. 43), et son nom lui vient de ce qu'il est compris dans l'épaisseur de la pyramide du bulbe et de ce qu'il s'entrecroise à ce niveau avec son congénère. Il se présente sous la forme d'un gros cordon arrondi ou ovalaire qui descend de la pyramide du bulbe rachidien dans la moelle en décroissant de volume de haut en bas pour se terminer enfin de la 2e à la 4e paire lombaire. Il décroît surtout au niveau des renflements brachial et crural, ce qui correspond évidemment au passage d'un certain nombre de filets moteurs cérébraux dans les membres. Il provient du cerveau comme le pyramidal direct, mais à l'inverse de ce dernier, ce pyramidal croisé au niveau du collet du bulbe s'entrecroise avec son congénère du côté opposé et passe dans la moitié latérale de la moelle opposée à celle du cerveau d'où il provient. — C. S. SHERRINGTON (*The Journ. of Physiol.* XIII, 1893), après RAMON Y CAJAL et KÖLLIKER admet des bifurcations dichotomiques des fibres du faisceau pyramidal. La même chose au reste, se passerait pour les fibres du f. de GOWERS.

Comme le faisceau pyramidal direct avec lequel il se confond au niveau du bulbe, le faisceau pyramidal croisé est composé de fibres centrifuges longues qui unissent les régions motrices de l'écorce du cerveau (centres de volition) aux cellules motrices des cornes antérieures de la moelle (centres d'exécution).

Il subit la dégénérescence descendante à la suite des lésions qui frappent l'écorce du cerveau, la capsule interne ou le pédoncule cérébral. Il se développe tardivement et à la naissance ses fibres sont encore fort incomplètes.

Dans le cordon antéro-latéral, il y a encore d'autres fibres que celles du faisceau pyramidal qui subissent la dégénération descendante. C'est d'abord une zone en bande qui occupe la partie moyenne du cordon latéral, *faisceau intermédiaire de Löwenthal*, et une petite zone dans le cordon antérieur qui borde le sillon collatéral antérieur, *faisceau marginal de* LOEWENTHAL, *faisceau sulco-marginal* de PIERRE MARIE. Ces fibres qui dégénèrent après les sections de la moelle, et non pas après les lésions cérébrales, sont très probablement des *fibres commissurales longitudinales* dont l'existence avait été suggérée par CH. BOUCHARD il y a longtemps. Mais certaines de ces fibres proviendraient aussi du cervelet (MARCHI), car après l'extirpation de cet organe, on observe de la dégénération descendante dans les mêmes régions. Cette dégénération descendante après les lésions médullaires atteint aussi le centre des cordons postérieurs (WESTPHAL, KAHLER et PICK, STRUMPELL, SCHULTZE, BARBACCI), où elle affecte une forme en virgule. Cette dégénération porte encore sur des fibres commissurales longitudinales (TOOTH), et non plus sur les branches descendantes des racines postérieures comme le pensait SCHULTZE.

Les faisceaux pyramidaux direct et croisé ne sont pas dans un rapport constant entre eux chez tout le monde : 75 fois °/o la semi-décussation est symétrique et chaque faisceau pyramidal fournit un faisceau direct et un faisceau croisé comparables chacun à chacun (FLECHSIG). Mais la décussation peut être totale et dans ce cas le pyramidal direct manque totalement. D'autres fois, ce dernier est plus volumineux que le croisé et ailleurs la décussation étant asymétrique, le faisceau pyramidal n'est pas d'un volume égal des deux côtés. Il peut même arriver que le pyramidal direct existe d'un côté et manque de l'autre. PITRES admet même chez certains sujets un passage direct et sans entrecroisement d'une partie du faisceau pyramidal dans le cordon latéral du même côté.

Ces faits expliquent que la dégénération descendante puisse porter sur les faisceaux pyramidaux des deux côtés de la moelle à la suite d'une lésion cérébrale unilatérale, comme PITRES l'a observé sur l'homme, MOELI et LOEWENTHAL sur le chien et SCHOEFER sur le singe. Nouvelle preuve de l'irrégularité dans la distribution des fibres du faisceau pyra-

midal et l'étroitesse des connexions qui relient entre eux les faisceaux des deux côtés du corps.

W. Bechterew (*Neurol. Centralblat*, n° 24, 1890) a démontré en outre que le trajet des voies pyramidales n'est pas le même chez tous les animaux. C'est ainsi que chez le lapin, il n'y aurait pas de voie pyramidale antérieure, et que chez quelques Rongeurs, les faisceaux pyramidaux seraient exclusivement situés dans la partie antérieure du cordon postérieur. Ludwig et Woroschiloff, Ott et Meade, N. Weiss, de même ont fait voir que chez le lapin et le chien, il y a des conducteurs de la sensibilité dans le cordon latéral.

La lésion du faisceau pyramidal *dans la moelle* produit l'hémiplégie ou la monoplégie au-dessous de la lésion et du même côté ; sa dégénération à la suite des lésions du cerveau donne lieu à *l'hémiplégie croisée* dont la marque clinique est la contracture spasmodique.

Le *tabes dorsal spasmodique* (parésie spasmodique des extrémités sans troubles de la sensibilité) serait le résultat d'une absence de développement congénital du faisceau pyramidal.

C'est dans le faisceau pyramidal que siège la sclérose descendante à la suite des lésions cérébrales qui ont déterminé une hémiplégie permanente. C'est une localisation analogue que l'on trouve dans la *sclérose latérale amyotrophique* (Charcot) et dans la *paraplégie spinale spasmodique* de Erb (*tabes dorsal spasmodique* de Charcot, *tabes moteur* de Pierret) qui s'accompagne assez souvent de lésions corticales coïncidant avec des troubles psychiques analogues à ceux de la paralysie générale.

La sclérose des faisceaux pyramidaux (*sclérose latérale*) peut être primitive (Ch. Féré, Seeligmüller); dans ce cas elle s'accompagne de lésions des cornes antérieures qui entraînent l'atrophie musculaire. Quand elle est consécutive elle est ordinairement mieux localisée, mais dans certains cas pourtant, avec elle coïncide de l'altération des cornes antérieures et de l'amyotrophie. Les deux formes de sclérose se caractérisent symptomatiquement, on le sait, par la contracture des membres. Quand la sclérose descendante consécutive à une lésion cérébrale unilatérale occupe les faisceaux pyramidaux des deux côtés, ce qui arrive parfois, on peut s'expliquer ces faits en se rappelant qu'il peut se faire dans la moelle un double entrecroisement de fibres motrices, l'un au niveau du collet du bulbe, l'autre plus bas, le long de la commissure blanche. De la connaissance de cette disposition résulte aussi qu'on peut comprendre pourquoi chez la plupart des hémiplégiques, le membre non paralysé a néanmoins perdu de son énergie musculaire (Brown-Séquard, Charcot, Vulpian, Pitres, etc.) ; et pourquoi aussi à la suite d'une lésion unilatérale du cerveau on peut voir de la contracture permanente des deux membres inférieurs (Charcot, Brissaud, etc.), ou l'exagération des réflexes du côté qui n'est point paralysé (Déjerine).

Le *faisceau restant du cordon latéral*, désigné par Pierret sous le nom de *faisceau radiculaire antérieur* (11, fig. 43), occupe la région antérieure et profonde du cordon latéral et court au-dessous du faisceau de Gowers. Il est constitué par des fibres appartenant aux racines antérieures des nerfs rachidiens, mais surtout par des fibres commissurales courtes, qui réunissent les cellules des cornes antérieures des divers étages de la moelle à la façon des fibres du faisceau principal antérieur, auquel il est contigu. Il se développe de bonne heure, avant tous les autres. (Voy. L. Auerbach, *Sur l'anat. des cordons antéro-latéraux* (Arch. f. Anat. CXXI, 1891).

Le *faisceau latéral profond*, *latéral limitrophe* ou *latéral mixte* (10, fig. 43), enfin, se moule sur la concavité latérale de la substance grise. Il renferme à la fois des fibres provenant des cornes antérieures (motrices), de la colonne de Clarke (fibres sensitives) et du tractus intermédio-latéral. Ces dernières paraissent être des fibres sympathiques qui sortent de la moelle avec les

racines des nerfs spinaux. Les fibres qui viennent de la colonne de Clarke montent vers le cerveau après s'être entrecroisées sur la ligne médiane au niveau de la décussation des pyramides et vont former l'étage sensitif des pyramides et du pédoncule cérébral.

Les cordons antéro-latéraux sont excitables dans le sens centrifuge et non dans le sens centripète, exactement comme cela se passe pour une racine antérieure qu'on coupe et dont on excite ensuite le bout central et le bout périphérique. Les cordons antéro-latéraux sont donc *moteurs* ou conducteurs des excitations motrices. — Mais il faut ajouter que les cordons antéro-latéraux tiennent probablement leur excitabilité des racines antérieures qui les parcourent. Leur action est directe, mais aussi en partie croisée, par suite de l'entrecroisement d'une partie des cordons antéro-latéraux au niveau de la commissure blanche, et par suite aussi de la propriété que possède la moitié de la substance grise de transmettre à l'autre moitié les excitations qu'elle a reçues. Ceci explique que dans une hémisection de la moelle, les mouvements ne soient pas tout à fait abolis (ils sont seulement affaiblis et mal assurés) dans les membres correspondants au côté lésé.

c. Cordon postérieur. — Le *cordon postérieur* est compris entre le sillon collatéral postérieur et le sillon médian postérieur. Il est composé de fibres fines, surtout dans la portion voisine du sillon médian postérieur, et remarquable par son abondance en névroglie. Il est décomposable en deux faisceaux, un *interne* et un *externe*. Le *faisceau interne* (13, fig. 43), *cordon grêle, cordon de Goll*, surtout apparent à la partie supérieure de la moelle, a la forme d'une pyramide triangulaire, dont la base est tournée vers la périphérie et le sommet vers la commissure grise centrale. — Il est constitué par de longues fibres commissurales longitudinales arciformes qui vont des cornes postérieures d'un étage de la moelle aux cornes postérieures d'un étage plus élevé. C'est ce qu'avait bien observé Gratiolet sur la moelle des Félins où il le vit formé de faisceaux fusiformes superposés, de telle façon qu'il a l'air de cesser et de se reconstituer successivement. Il renferme les fibres radiculaires postérieures longues (Singer et Kahler, etc.) dont il est en grande partie composé. Il subit la dégénération ascendante à la suite des lésions transversales de la moelle, et certaines de ses fibres subissent très probablement un entrecroisement dans la commissure (Pierret), car après la section des racines postérieures d'un côté, la dégénérescence ascendante du f. de Goll est bilatérale (Oddi et Rossi, Berdez). Ses centres trophiques sont dans les cellules de la corne postérieure et peut-être dans les cellules ganglionnaires des ganglions rachidiens. — Il y a des fibres assez longues dans le f. de Goll pour remonter de la queue de cheval jusqu'au noyau bulbaire des f. de Goll (9, fig. 42) ; sa partie interne n'est pas uniquement composée de fibres radiculaires, et dans son épaisseur il y a des fibres descendantes (Kölliker, Ramon y Cajal). Après sa section, certaines fibres du cordon latéral subissent la dégénérescence (Berdez, *Rech. expér. sur le trajet des fibres centripètes dans la moelle épinière* (Rev. méd. de la Suisse romande, 1892). Le cordon de Goll servirait à conduire les mouvements coordonnés.

Le *faisceau externe*, *faisceau postérieur principal*, *faisceau cunéiforme*, *faisceau radiculaire postérieur* ou *faisceau de Burdach*, (12, fig. 43) contient des fibres longitudinales commissurales courtes naissant et se terminant

dans les cornes postérieures comme les fibres similaires du faisceau de Goll ; des fibres radiculaires internes (10 et 11, fig. 42) qui se rendent successivement dans les cornes postérieures ou dans les colonnes de Clarke (Pierret) ; des fibres sensitives enfin, qui proviennent des cornes postérieures, mais ne séjournent que peu dans le cordon postérieur : presque aussitôt en effet, elles se portent dans le faisceau latéral limitrophe du même côté ou dans celui du côté opposé en traversant les commissures et de là, vont constituer au niveau du bulbe le ruban de Reil qui, lui, se termine dans les tubercules quadrijumeaux, l'expansion du noyau lenticulaire et les circonvolutions motrices circumrolandiques (Flechsig et Hösel).

Le faisceau de Burdach se développe avant le faisceau de Goll, mais ces deux faisceaux ne sont pas absolument indépendants, car leurs fibres correspondantes s'entrecroisent souvent comme les doigts des deux mains jointes. — Sa dégénération ascendante après les lésions transversales de la moelle montre qu'il renferme les fibres radiculaires dans sa partie postéro-externe et les fibres commissurales dans ses régions antérieures.

Au milieu du cordon de Goll, de chaque côté du sillon postérieur, on a différencié une petite zone semi-ovoïde à laquelle je donnerai le nom de *faisceau semi-ovale de Flechsig* (15, fig. 43), et à la partie antéro-externe du cordon de Burdach, tout contre la corne postérieure, une autre petite zone allongée à laquelle on réserve le nom de *faisceau de Westphal* (14, fig. 43).

Les cordons postérieurs ne sont excitables que dans le sens centripète, exactement comme une racine postérieure, après section, n'est excitable que par son bout central. L'excitabilité est donc motrice ou centrifuge pour les cordons antéro-latéraux et sensitive ou centripète pour les cordons postérieurs. Ce qui revient à dire que si les cordons antéro-latéraux sont *moteurs* ou conducteurs des excitations motrices, les cordons postérieurs sont *sensitifs* ou conducteurs des excitations sensitives.

Mais il faut ajouter que les cordons postérieurs semblent tenir, en majeure partie, des racines postérieures leur excitabilité sensitive, comme l'admettait Van Deen, Stilling, Chauveau, Brown-Séquard, contrairement à l'opinion de Longet, Cl. Bernard, Fick, Bechterew, etc., qui se basaient sur ce fait qu'après la dégénération des fibres radiculaires consécutive à la section des racines en deçà du ganglion spinal, les cordons postérieurs restent néanmoins excitables. Dans tous les cas ils ne sont pas *indispensables* à la transmission des impressions sensitives, puisque leur section n'abolit pas la transmission de ces impressions périphériques (sensibilité consciente) : loin de là, les impressions perçues sont alors exaltées (Brown-Séquard).

Selon Schiff, les cordons postérieurs conduisent la sensibilité tactile, mais non pas la sensibilité à la douleur qui persiste après leur section. Herzen a confirmé cette opinion en 1883, en ajoutant que ces cordons conduisent aussi les impressions de froid, mais non pas la sensibilité au chaud. Les impressions du *sens musculaire* suivent aussi ces cordons.

Les cordons postérieurs, et plus spécialement les faisceaux de Burdach, sont le siège de cette sclérose systématique appelée *tabes dorsal* ou *ataxie locomotrice progressive* (maladie de Duchenne, de Boulogne), caractérisée cliniquement par l'abolition progressive de la coordination des mouvements, la perte de l'équilibre (signe de Romberg) et une paralysie apparente contrastant avec l'intégrité de la force musculaire, et dans laquelle on rencontre, en outre, de la paralysie des muscles de l'œil, la persistance du réflexe

pupillaire à l'accommodation coïncidant avec l'abolition du réflexe à la lumière (signe d'Argyl-Robertson), l'amblyopie, des douleurs fulgurantes, de l'anesthésie et de l'analgésie des membres inférieurs, du retard dans les sensations, la disparition du réflexe tendineux (phénomène du genou ou signe de Westphal), des arthropaties, l'impuissance, la consomption. Mais outre la sclérose systématique des cordons postérieurs, on trouve encore dans l'ataxie locomotrice, la sclérose des colonnes de Clarke et l'atrophie des cornes, le tout dérivant, selon Déjérine, Pierre Marie (1), d'une dégénération des racines postérieures consécutives à l'altération des ganglions rachidiens et des corpuscules sensoriels terminaux. Mais la pathogénie de cette curieuse affection qui, pour le dire en passant, serait d'origine syphilitique (les 9/10es des tabétiques seraient d'anciens syphilitiques, selon Fournier, Erb, Gowers et Séguin), n'est pas si bien établie.

Les uns ont voulu voir dans l'anesthésie cutanée et l'analgésie la cause de l'incoordination motrice (Vulpian, Leyden, etc), comme cela survient en effet chez un animal a qui on a coupé toutes les racines postérieures des nerfs ; d'autres ont voulu y voir un trouble direct de la coordination motrice (Friedreich, Erb, etc.), une sorte de paralysie réflexe comme on l'observe dans les muscles innervés par les racines correspondantes aux racines postérieures qu'on a coupées. Mais il peut y avoir ataxie et pas d'anesthésie (maladie de Freidreich), et à un moment donné l'anesthésie peut disparaître dans le vrai tabes dorsal et l'ataxie continue à faire des progrès (Berger), ce qui semble ruiner la doctrine sensitive; d'autre part, alors que Pierret voit la cause de l'ataxie dans la parésie des muscles antagonistes, Onimus la rapporte à des contractures.

Une autre maladie, dans laquelle on trouve la sclérose du cordon postérieur, mais aussi du faisceau de Gowers et du faisceau cérébelleux (Pitt, Rütimeyer, Blocq et Marinesco) et l'atrophie des cornes postérieures et des colonnes de Clarke, et même des cornes antérieures et de toute la moelle, et dans laquelle Déjérine et Letulle ont voulu voir à tort (Blocq Marinesco, Achard, Weigert) une sclérose névroglique, est cette affection appelée *maladie de Friedreich* (ataxie héréditaire) caractérisée cliniquement par une marche ataxo-cérébelleuse et l'instabilité choréiforme, l'articulation des mots difficiles, le nystagmus, mais sans troubles oculo-pupillaires, ni troubles sensitifs ni douleurs fulgurantes.

Le cordon postérieur est le siège d'une dégénérescence descendante dans le cas de compression, de section transversale, de myélite transverse, de section rétro-ganglionnaire des racines postérieures (dégénérescence wallérienne), ou de toute autre lésion équivalente. Cette dégénération ne s'étend guère au-delà de 2 à 3 centimètres dans le faisceau de Burdach, mais elle chemine le long du faisceau de Goll où elle peut être suivie jusque dans les pyramides postérieures (Cornil, Kahler, Pick, Leyden, etc.), On a vu la sclérose isolée du faisceau de Goll dans diverses affections,— mal de Pott, paralysie générale, myélite aiguë, névrite ascendante à la suite des blessures des nerfs de la queue de cheval, — sans que la sensibilité soit modifiée. Il existe seulement une sensation de pesanteur dans les membres inférieurs et des troubles de la station (Pierret). Le faisceau de Burdach est le siège de la sclérose systématique du *tabes dorsal, ataxie locomotrice progressive*, nous l'avons dit, et la dégénérescence s'étend jusqu'à la *colonne de Clarke* (Lissauer, etc.). Cette sclérose coïncide avec des troubles divers de la sensibilité, mais celle ci n'est jamais abolie. — Avec elle peut survenir conjointement la sclérose du faisceau de Goll.

A côté de ces scléroses systématiques, il y a du reste des *scléroses combinées par propagation* et des *scléroses combinées systématiques* ayant envahi simultanément divers systèmes de fibres, y compris ou non les cornes antérieures ou postérieures.

d. Faisceaux de Lissauer. — En dehors et en dedans de l'entrée des racines postérieures dans le sillon collatéral postérieur de la moelle, on a distingué deux

(1) Pierre Marie, *Leçons sur les maladies de la moelle*, Paris 1892.

petits faisceaux cunéiformes auxquels on a donné le nom de *zones radiculaires interne et externe* ou *faisceaux de Lissauer* (13',13' fig. 43). Ces faisceaux sont formés par les fibres radiculaires postérieures internes et externes à leur entrée dans la moelle. — Ils ont les mêmes propriétés que les racines postérieures et subissent la dégénération ascendante dans les mêmes circonstances que ces dernières.

2. — **Racines des nerfs.** — A côté des fibres longitudinales des cordons de la moelle et des fibres transversales ou obliques de la commissure blanche, il existe dans les cordons médullaires des fibres transversales plus ou moins obliques, qui croisent les fibres propres des cordons pour se porter dans la substance grise centrale. (5, 6, fig. 46). Ces fibres qui existent dans toute la longueur de la moelle sont les racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens, qui contiennent aussi les fibres des nerfs grands sympathiques.

Les *filets radiculaires antérieurs*, composés de gros tubes nerveux, s'élèvent insensiblement en s'enfonçant dans les cordons antéro-latéraux et vont se perdre pour la plupart dans les cellules ganglionnaires des cornes antérieures du même côté ou du côté opposé en passant par la commissure blanche. D'autres se portent vers les cornes postérieures du même côté ou du côté opposé sans qu'on sache encore exactement comment elles s'y terminent. Enfin une dernière catégorie irait se perdre dans les faisceaux pyramidaux du même côté sans s'arrêter dans les cellules des cornes antérieures.

Sous l'influence d'une irritation les *racines et zones radiculaires antérieures* donnent lieu à des crampes et à des contractures ; par dépression, au contraire, elles produisent la paralysie et l'atrophie des muscles. Les seules symptômes extrinsèques d'irritation des racines sont des pseudo-névralgies, des névrites douloureuses.

Les *filets radiculaires postérieurs*, composés de tubes fins, après avoir traversé le ganglion intervertébral, se portent vers le sillon collatéral postérieur, où elles s'enfoncent dans la moelle en se divisant en deux groupes : un groupe externe, *fibres radiculaires externes*, dont les fibres pénètrent dans la substance gélatineuse de Rolando, puis se redressent et deviennent ascendantes et finalement vont se jeter après un trajet plus ou moins long, dans les cellules ganglionnaires de la corne postérieure après s'être groupées en un petit faisceau qui chemine dans l'épaisseur de la corne postérieure et que l'on a appelé *faisceau blanc longitudinal de la substance grise* (Clarke, Huguenin, Kölliker); — un groupe interne, *fibres radiculaires internes*, qui passent entre le cordon postérieur et la substance gélatineuse de Rolando, se portent en avant en croisant la direction des fibres propres du cordon postérieur et au moment où elles atteignent le col de la corne postérieure, elles se redressent et montent en se mêlant aux fibres externes du cordon postérieur : après un certain trajet, les unes se perdent dans les cellules des cornes postérieures, les autres dans la colonne vésiculeuse de Clarke (9, 10, 11, fig. 42). Certaines (fibres longues), s'élèvent jusqu'aux noyaux de Goll et de Burdach du bulbe où elles se terminent (Singer et Munzer).

Quelques-unes de ces fibres traversent la commissure postérieure pour se porter, soit dans la corne postérieure soit dans la corne antérieure du côté opposé (Bechterew), et d'autres vont à la corne antérieure du même côté. Ces dernières fibres appartiennent sans aucun doute à la motilité réflexe. Une fois dans la substance grise, ces fibres s'y résolvent en abondantes ramifications qui rayonnent autour des cellules mais sans pénétrer dans leur intérieur (Golgi, Ramon y Cajal, Von Lenhosseck (1) Kölliker) (2). Les cel-

(1) Von Lenhosseck, *Ueber den verlauf der Hinterwurzeln im Rükenmar* (Arch. f. mikr. Anat. 1889, Bd. XXXIV, p. 157 et *Fortschr. der Med.* 1892.

(2) A. Kolliker, *Zur feineren Anatomie des centralen nervensystems.* (Zeifsch für Wissenchaftliche Zoologie, Leipzig, Vsd. Lt, Heft, p. 1 et al. I-IV, 1890.

lules des cornes postérieures ne sont donc pas des noyaux d'origine (ce sont les ganglions spinaux qui jouent ce rôle), mais des centres de terminaison, desquels partent de nouvelles fibres qui s'entrecroisent dans le bulbe et vont pour la plupart constituer le ruban de Reil.

Tout récemment, Howard H. Cooth (1) qui a mis en évidence à son tour les cellules nerveuses de la substance gélatineuse chez le Singe a montré que dans la région cervicale s'arrêtent dans la substance gélatineuse les fibres de la racine ascendante du trijumeau et une partie (groupe radiculaire interne) des racines postérieures. D'où la conclusion que les racines sensitives du trijumeau seraient dans la moelle allongée la continuation des fibres sensitives des racines postérieures de la moelle.

A la suite de His, différents histologistes, Van Gehuchten entr'autres (*La Cellule*, t. VII, 1892), ont démontré que les fibres des racines postérieures sont presque toutes d'origine ganglionnaire ; le ganglion spinal émet des fibres périphériques qui s'engagent dans les nerfs et des fibres centrales qui s'enfoncent dans la moelle en constituant les racines postérieures. Dans la moelle, ces fibres centrales se bifurquent (bifurcation en T couché) en une fibre ascendante et en une fibre descendante (fibres constitutives des cordons postérieurs), et les deux, après un certain trajet, se divisent en branches collatérales qui s'épuisent dans la substance grise des cornes postérieures, entre les cellules nerveuses formant des corbeilles autour d'elles (2).

Ces deux sortes de racines, mais surtout les racines antérieures contiennent des filets sympathiques dont le centre trophique est dans la moelle (Courvoisier, Giannuzzi). — Vulpian, entre autres, pensait que ces filets sympathiques (vaso-moteurs) ne sont pas uniquement centrifuges, mais que quelques-uns sont centripètes et vont des ganglions du sympathique à la moelle en suivant le trajet des rameaux communiquants. — Morat (*Acad. des Sc.*, 20 juin 1892) a fait voir que les nerfs vaso-dilatateurs sortent de la moelle, les uns avec les racines antérieures, les autres avec les racines postérieures. — Schwalbe (*Ueber die kaliberverhältnisse der Nervenfasern*, Leipzig, 1882) a montré que les fibres nerveuses des racines ventrales et dorsales de la moelle épinière sont de dimension diverse, en rapport avec l'éloignement différent des points où elles vont se distribuer et en proportion de leur activité fonctionnelle.

Fonctions des racines des nerfs rachidiens. — Magendie, en coupant les racines antérieures et en excitant leur bout périphérique, vit qu'à chaque excitation correspondait une contraction musculaire, tandis que l'excitation du bout central ne provoquait aucune réaction. Les racines antérieures sont donc des fils conducteurs de la motricité, à action centrifuge. Opérant de même sur les racines postérieures, Magendie vit que l'excitation du bout périphérique de ces racines n'amenait aucune réaction, tandis qu'en excitant le bout central, il provoquait de la douleur et une réaction motrice de l'animal. Les racines postérieures sont donc des fils conducteurs sensitifs à action centripète (Magendie, Ch. Bell). Cependant les racines antérieures contiennent quelques filets sensitifs, mais ces filets sont fournis par les racines postérieures, soit au niveau des ganglions rachidiens, soit plus loin au niveau des plexus nerveux. Ce sont ces *fibres récurrentes* qui donnent lieu à ce que l'on a appelé la *sensibilité récurrente* (Magendie, Cl. Bernard) qui a été bien étudiée par Arloing et Tripier.

La dégénérescence wallérienne (découverte par Waller) prouve que les racines antérieures ont leur centre trophique dans les cellules de la moelle, les racines postérieures dans les cellules du ganglion rachidien. Le développement des nerfs nous expliquera très bien pourquoi il en est ainsi.

(1) H. Cooth, *On the relation of the posterior root to the posterior horn in the medulla and cord* (The Journal of Physiology 1892).

(2) Lissauer, *Fortsch. der Med.* 1884, p. 112.

§ III. — Substance grise de la moelle.

La *substance grise de la moelle* est composée de *névroglie*, de *fibrilles* et de *cellules nerveuses*.

a. Les cellules de la substance grise de la moelle, comme toutes celles des centres nerveux, sont constituées par une petite masse de protoplasma dans laquelle est plongé un noyau environné de granulations pigmentaires. — Ces cellules, dont le volume varie avec les groupes, comme nous le verrons, présentent un certain nombre de prolongements.

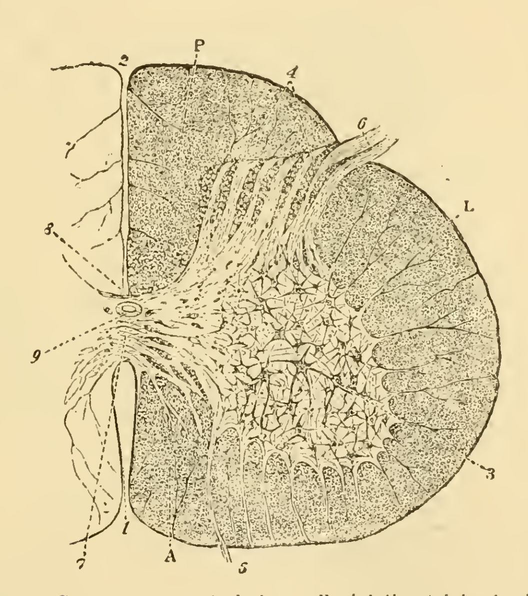


Fig. 46. — Coupe transversale de la moelle épinière (région lombaire).

A, cordon antérieur; L, cordon latéral; P, cordon postérieur ; 1, sillon antérieur ; 2, sillon postérieur; 3, corne antérieure; 4, corne postérieure ; 5, racines antérieures, et 6, racines postérieures des nerfs spinaux ; 7, commissure blanche ; 8, commissure grise ; 9, canal central.

Les cellules de la moelle ne sont pas disséminées sans ordre dans la substance grise. Elles se groupent en certains points pour former des noyaux, *noyaux des nerfs* (Stilling), qui s'échelonnent à leur tour les uns au-dessus des autres, de façon à former des colonnes parallèles à l'axe de la moelle. — On distingue trois groupes de ce genre dans la corne antérieure : un *groupe antéro-interne*, un *groupe antéro-externe* et un *groupe postéro-externe* (fig. 47).— Dans les cornes postérieures, les cellules sont éparses; ce n'est qu'à la partie interne du col de la

corne postérieure que l'on trouve un nouveau groupement qui constitue le *noyau dorsal de Stilling* ou *colonne vésiculeuse de Clarke* (19, fig. 43), bien développé surtout entre les deux renflements brachial et crural.

Les *cellules ganglionnaires des cornes antérieures* sont très grosses et étoilées; elles ont de 70 à 120 μ, c'est-à-dire qu'elles sont presque visibles à l'œil nu (fig. 49). — Elles émettent six à dix prolongements ramifiés de nature fibrillaire, qui forment avec les prolongements des cellules voisines un abondant réseau d'une finesse extrême, et un prolongement non ramifié, le *prolongement de Deiters*, qui se continue dans les racines antérieures des nerfs spinaux. — Le volume de ces cellules est en raison directe du volume des nerfs qui en partent (GRATIOLET), ce qui fait qu'elles sont plus grosses dans les renflements cervical et lombaire de la moelle.

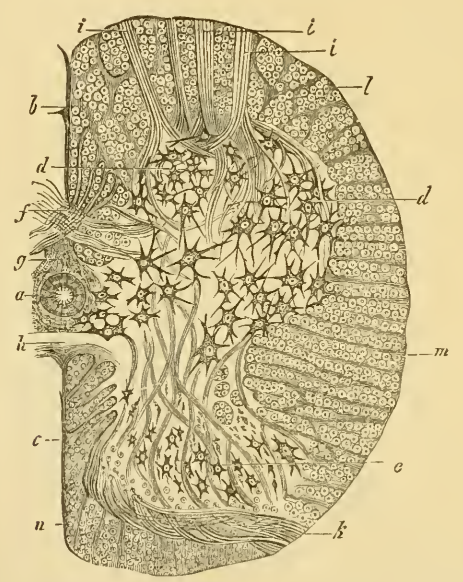


Fig. 47. — Coupe transversale de la moitié de la moelle lombaire.

a, canal central; b, sillon médian longitudinal antérieur ; c, sillon médian postérieur ; d, corne antérieure avec ses grandes cellules multipolaires ; e, corne postérieure avec ses petites cellules étoilées ; f, commissure antérieure; g, substance gélatineuse centrale ou péri-épendimaire ; i, i, racines antérieures ; k, racines postérieures ; l, cordon antérieur ; m, cordon latéral; n, cordon postérieur. Dans l'épaisseur des cordons on voit les fibres nerveuses coupées en travers.

Des fibres partent des cellules des cornes antérieures pour aller se rendre dans les racines postérieures (LENHOSSECK, RAMON Y CAJAL). Elles traversent le ganglion spinal sans y arrêter. Sont-ce là des fibres centrifuges appartenant au sympathique comme le croit KÖLLIKER ?

Noyaux d'origine des racines antérieures, frappées de dégénération dans les diveress formes d'atrophie musculaire, ces cellules, en raison de leur fonction, ont été appelées *cellules motrices* Elles sont *motrices* des muscles auxquels elles envoient leurs nerfs, et *tropiques* de ces mêmes nerfs et muscles. — *L'atrophie musculaire progressive* (type



Fig. 48. — Éléments cellulaires des cornes antérieures de la moelle épinière.
a, racines antérieures émergeant de la substance grise ; b, b, grandes cellules motrices.

Aran-Duchenne) est caractérisée anatomiquement par l'atrophie des grandes cellules motrices des cornes antérieures de la moelle. — La *sclérose latérale amyotrophique* (maladie de Charcot) de l'ordre des scléroses primitives, caractérisée cliniquement à la fois par des symptômes du tabes dorsal spasmodique et de l'atrophie musculaire progressive, c'est-à-dire par des contractures et des amyotrophies, est également caractérisée au

point de vue anatomique par des lésions des cornes antérieures auxquelles viennent s'ajouter des lésions des cordons latéraux et des racines motrices, ce qui explique les symptômes habituels à cette maladie : parésie et contractures avec trémulation, atrophie musculaire. La *paralysie atrophique de l'enfance*, la *paralysie spinale aiguë de l'adulte*, sont aussi caractérisées par l'atrophie des cellules des cornes antérieures de la moelle, toutes myélites systématisées. Mais dans la paralysie infantile, il y a quelquefois en même temps des lésions de la colonne de Clarke (Parrot et Joffroy, Charcot, Schultze, Roger et Damaschino, etc.).

Les altérations des cellules des cornes antérieures sont la cause des atrophies musculaires d'origine médullaire, que cette lésion soit primitive comme dans la paralysie infantile ou l'atrophie musculaire progressive, ou qu'elle soit consécutive comme dans l'amyotrophie des hémiplégiques ou des ataxiques. Dans ce dernier cas toutefois, l'atrophie musculaire peut être en grande partie la conséquence des névrites périphériques (Pierret, Déjerine) lorsqu'il s'agit de tabes dorsal, et ne point être liée fatalement à la lésion des cornes antérieures chez les hémiplégiques (Babinski).

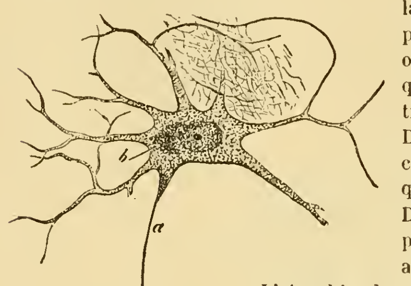


Fig. 49 — Cellule motrice des cornes antérieures de la moelle épinière avec son prolongement de Deiters *a*.

L'atrophie des cellules ganglionnaires des cornes antérieures peut coïncider parfois avec l'absence congénitale d'un membre (Troisier, Edinger, etc.).

Les *cellules des cornes postérieures*, irrégulièrement dispersées au milieu de la névroglie, sont moins nombreuses et plus petites que dans les cornes antérieures. — Leur diamètre est de 20 μ en moyenne ; — elles n'ont que des prolongements ramifiés, et ceux-ci sont moins nombreux que dans les cellules des cornes antérieures. — Leurs connexions avec les fibres blanches sont à peu près inconnues. On leur donne cependant le non de *cellules sensitives*.

La colonne de Clarke n'existe bien autonomisée que de la 2[me] paire lombaire à la 8[me] dorsale, mais ailleurs de petits groupes erratiques de cellules éparses la représentent (Waldeyer, Pierret), et cela jusqu'aux deux noyaux restiformes qui seraient homologues aux deux colonnes de Clarke au niveau du bulbe rachidien.

Cette colonne contient d'assez grosses cellules, analogues à celles des cornes antérieures, étoilées comme elles et comme elles du type moteur ; mais elles sont moins volumineuses et surtout moins ramifiées. Entre elles, on trouve un réticulum de fibrilles qui constituent une sorte de faisceau parallèle à l'axe de la moelle et provient des fibres afférentes des racines postérieures. Les colonnes de Clarke donnent naissance au tractus intermédio-latéral qui court dans la corne latérale, et serait, selon Pierret, l'origine spinale du grand sympathique. Pour Pierret, Takacs, etc., la plupart des fibres radiculaires postérieures aboutiraient à ces colonnes, et d'elles partiraient alors deux ordres de fibres : les

unes passent dans le cordon de Goll et le faisceau cérébelleux direct, les autres dans le cordon de Burdach et dans le cordon de Gowers.

Aux altérations des cellules ganglionnaires de la colonne de Clarke, on a attribué les troubles vaso-moteurs de la paralysie agitante, tandis que les lésions du cordon latéral expliqueraient le tremblement et l'exagération des réflexes (Charcot, Joffroy, etc.).

b. Les *fibrilles de la substance grise* forment un réseau, *réseau de Gerlach*, qui paraît constitué par les prolongements ramifiés des cellules nerveuses multipolaires et les filaments ramifiés des cellules névrogliques et de cette disposition résulte un aspect spongieux de la substance (1). — Quelques-unes sont recouvertes d'une mince gaine de myéline. — Elles unissent l'une à l'autre les deux moitiés de l'axe gris de la moelle, *commissure grise*, en passant en avant et en arrière du canal épendymaire. — Ce sont ces fibres qui s'irradient dans la substance blanche au niveau des parties latérales de l'axe gris central de la moelle, sous le nom de *fibres irradiées de Stilling*, *fibres marginales de Sckrœder van der Kolk*, *processus reticularis* (p. 60).

c. La *névroglie de la substance grise* a une constitution analogue à celle de la névroglie de la substance blanche de la moelle, à part qu'elle est beaucoup moins fibrillaire. — On la rencontre spécialement à l'extrémité des cornes postérieures, où elle constitue la *substance gélatineuse de Rolando* ; — à la périphérie du canal épendymaire, *substance gélatineuse centrale*, ainsi appelée par opposition à la couche périphérique qui enveloppe la surface de la moelle, laquelle on réserve le nom de *substance gélatineuse corticale*.

Comme l'ont montré Ranvier, Renaut, Vignal, G. Paladino, etc., les cellules névrogliques s'anastomosent par leurs prolongements ramifiés de manière à former un squelette névroglique qui enlace les éléments nerveux. Gierke, Virchow, Waldeyer, ont décrit dans la substance gélatineuse de Rolando des cellules qui seraient de véritables cellules ganglionnaires.

La névroglie provient de fibres radiales émanées du neuro-épithélium (Golgi, Magini, Ramon Y. Cajal, etc.), et les cellules en araignées sont des éléments épendymaires transformés. Partout les éléments névrogliques sont indépendants et non anastomosés (rétine, moelle, cerveau, etc.), contrairement à l'opinion de Ranvier, Renaut et Vignal (Ramon y Cajal, *Anat. Anzeiger*, n° 4, 15 février 1890), et cette disposition est celle aussi qu'on trouve dans le cerveau (Falzacapa, Ramon y Cajal).

(1) Dans des recherches récentes, His rejette l'existence du réseau de Gerlach. Pour lui les prolongements ramifiés des cellules se terminent par des extrémités libres. Il admet en outre qu'il y a deux sortes d'éléments dans la plaque médullaire de l'embryon : des cellules germinales d'où dérivent les neuroblastes, et des cellules épithélioïdes d'où dérive le myélospongium. Une partie des fibres neuroblastiques se séparent de la moelle pour donner naissance aux racines motrices; — quant aux racines sensitives, elles se forment en dehors de la moelle, dans les cellules bipolaires des ganglions et gagnent ensuite la moelle pour constituer les racines postérieures (1er *Congrès international de Physiologie*, Berne, 1889).

§ IV. — Canal de l'épendyme.

Le *canal épendymaire* ou *canal central de la moelle* (a, fig. 47), est un canal de très fin calibre qui règne le long de la moelle, au centre de la commissure grise, et se continue au niveau du bec du *calamus scriptorius* avec le 4e ventricule et par lui avec les ventricules du cerveau. Très large sur le fœtus, ce canal se rétrécit au fur et à mesure de la croissance, et chez l'adulte il est fréquemment oblitéré par places. Au niveau du cône terminal de la moelle, il se dilate légèrement en une sorte d'ampoule fusiforme longue d'une dizaine de millimètres et large de 2 à 3 millimètres, le *ventricule terminal* de Krause, et la paroi postérieure de la moelle s'amincissant extrêmement à ce niveau comme elle le fait aussi au niveau du 4e ventricule, le ventricule terminal affleure la surface et on a pu croire, comme l'a fait Stilling par erreur, que le sinus rhomboïdal lombaire (3, fig. 38) s'ouvrait au fond du sillon médian postérieur, alors qu'il n'en est rien.

Les parois du canal de l'épendyme sont composées de dedans en dehors : *a*) d'un épithélium cylindrique cilié, au moins dans le jeune âge ; *b*) d'une couche amorphe sous-épithéliale ou membrane basale ; *c*) d'un substratum névroglique qui unit la paroi du canal au corps de la moelle.

Ce canal est flanqué de chaque côté d'une veine longitudinale, les *veines centrales*.

§ V. — Commissures de la moelle.

La *commissure blanche antérieure* est constituée par un ensemble de fibres qui s'entrecroisent sur la ligne médiane pour passer dans la moitié latérale de la moelle opposée à celle d'où elles proviennent. Elle est constituée en majeure partie par des fibres du faisceau pyramidal direct qui, le long de son trajet dans la moelle, abandonne successivement des fibres qui vont, soit dans les cellules de la corne antérieure, soit dans le faisceau pyramidal croisé du côté opposé. On pense aussi qu'elle contient des fibres qui unissent transversalement les cornes antérieures des deux côtés, et d'autres fibres allant de la corne antérieure et de la corne postérieure au cordon antérieur du côté opposé (Laura) (1).

La commissure grise ou *postérieure* est également constituée par l'entrecroisement sur la ligne médiane, en avant et en arrière du canal épendymaire, des fibres qui passent d'un côté à l'autre de la moelle. Ces fibres proviennent : les unes des racines postérieures d'un côté et vont se terminer dans la corne

(1) J. B. Laura, *Sur la structure de la moelle épinière* (Arch. ital. de Biologie, p. 147, t. I, 1882).

postérieure du côté opposé, les autres de la corne postérieure et vont se rendre dans le faisceau latéral profond. Elle est formée, en outre, par des fibres qui unissent les uns aux autres les noyaux moteurs et sensitifs d'un côté aux noyaux homologues du côté opposé. L'anatomie n'a pas démontré l'existence de ce dernier ordre de fibres, mais la loi de symétrie dans les réflexes, les rend nécessaires.

C'est l'axe gris de la moelle qui conduit les impressions sensitives, bien qu'il soit inexcitable par nos moyens de laboratoire. Aussi, ses altérations partielles diminuent-elles la sensibilité dans les régions sous-jacentes, et celle-ci disparaît-elle complètement si l'interruption de l'axe gris est complète.

Une affection de la moelle, du reste, la *syringomyélie*, caractérisée par des cavités creusées dans la colonne de substance grise centrale, a pu dissocier la sensibilité, et dans les cas de Charcot et Brissaud (*Progrès Médical*, p. 73, 1891), de Déjérine et Tuilant (*Soc. de Biol.*, 31 Janvier 1891), etc., la sensibilité à la douleur, au tact, étant conservée, la sensibilité thermique au contraire, était abolie, ce qui prouve que la sensibilité à la douleur et la sensibilité thermique ont des conducteurs spéciaux dans la moelle.

§ VI. — Connexions dans la moelle.

Maintenant que nous connaissons la substance blanche et la substance grise de la moelle, nous est-il possible d'esquisser le trajet général des filets radiculaires des nerfs et leur relation avec les centres nerveux ? — Nous sommes encore assez peu avancés sur ce sujet ; — néanmoins, voici ce que l'on peut admettre de plus général et en schématisant la description, que nous baserons sur les données physiologiques et en grande partie hypothétiques encore.

Les cellules ganglionnaires des cornes antérieures sont les noyaux des nerfs moteurs. — Les muscles d'un même groupe ayant une action synergique (les fléchisseurs du bras par exemple), sans que la volonté puisse faire agir isolément l'un ou l'autre (le biceps ou inversement le brachial antérieur dans l'exemple choisi), nous avons besoin d'admettre pour nous rendre compte de ce phénomène, que ces muscles sont actionnés par le même groupe de cellules motrices. — Or, ces cellules sont reliées à l'encéphale (organe de la volonté) par un certain nombre de conducteurs qui leur transmettent les ordres du cerveau ; — de plus, ces noyaux moteurs sont reliés par d'autres fils conducteurs à des groupes voisins, plus ou moins éloignés, qui peuvent être excités subsidiairement par le même acte volontaire. — Il en résulte une complication plus grande dans l'association des mouvements.

Relativement aux racines antérieures, on peut admettre l'existence : 1° de fibres qui, des racines, se jettent dans les cellules ganglionnaires des cornes antérieures en se confondant avec leur prolongement cylindraxile; — 2° des fibres qui traversent la corne antérieure et se rendent dans le cordon latéral, mais sans entrer en relation avec les cellules des cornes antérieures ; — 3° des fibres qui traversent la corne antérieure et vont se rendre dans le cordon latéral, après être entrées en relation avec une cellule ganglionnaire ; — 4° des fibres qui pénètrent dans la corne postérieure (c'est vraisemblablement là le substratum anatomique des actes réflexes) ; — 5° des fibres qui se portent dans la corne antérieure

et le cordon latéral de la moitié opposée de la moelle en traversant la commissure antérieure (fig. 50) (1).

Le trajet des fibres radiculaires postérieures est le suivant : les fibres des racines postérieures se divisent en deux faisceaux : l'un externe, *fibres radiculaires externes*, traversent la substance gélatineuse de Rolando et vont se terminer dans les cellules de la colonne de Clarke, après avoir formé dans la base de la corne postérieure en pleine substance grise un grêle faisceau qui apparaît sous la forme d'un petit croissant dans une coupe transversale, le *faisceau longitudinal de la substance grise* (f, fig. 51) ; l'autre faisceau, *fibres radiculaires internes*, traversent la substance gélatineuse, puis le faisceau de Burdach, et vont aboutir : les unes à la colonne de Clarke, les autres à la corne antérieure du même côté, ou aux cornes postérieure et antérieure du côté opposé, après avoir traversé la commissure grise. Cette dernière catégorie de fibres sont des fibres excito-motrices qui permettent d'expliquer le mouvement réflexe.

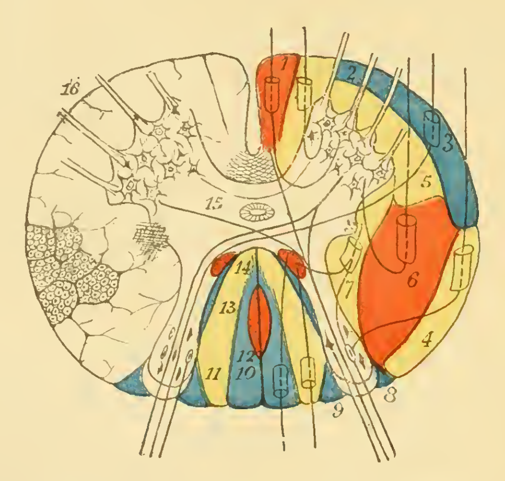


Fig. 50. — Connexions dans la moelle épinière.

1, faisceau pyramidal direct; 2, f. de Gowers, avec 3, une de ses fibres ; 4, f. cérébelleux de Flechsig avec une de ses fibres ; 5, f. restant du cordon latéral ; 6, f. pyramidal croisé avec une de ses fibres ; 7, f. latéral profond ou ascendant avec deux de ses fibres ; 8, 9, zones de Lissauer ; 10, f. de Goll ; 11, f. de Burdach ; 12, f. semi-olivaire ; 13, zone de Westphal ; 14, colonne de Clarke ; 15, substance grise ; 16, prolongement de la pie-mère pénétrant dans la moelle.

Selon Bechterew les fibres radiculaires internes seraient des fibres grosses qui se recouvrent de myéline au 5[e] mois de la vie utérine, tandis que les fibres radiculaires externes seraient des fibres fines qui se développent plus tardivement. Les dernières conduiraient l'impression réflexe et joueraient un rôle important dans l'équilibre du corps.

D'après cet exposé, on voit aussi que les colonnes de Clarke peuvent être considérées comme les véritables *ganglions sensitifs* de la moelle.

(1) Il existe fatalement une communication entre les racines motrices d'un côté et celles du côté opposé par l'intermédiaire des cellules des cornes antérieures, car chez un animal dont la moelle est sectionnée à sa partie supérieure, une irritation unilatérale assez vive produit des mouvements réflexes dans les deux moitiés du corps (*loi de symétrie*).

§ VII. — Vaisseaux de la moelle.

Les *artères* de la moelle épinière sont les *artères spinales*. On peut les diviser en deux groupes : les *artères péri-médullaires* et les *artères intra-médullaires*. — La *spinale antérieure* (1, fig. 51) provient des vertébrales par deux racines qui s'unissent au-devant du bulbe pour former un tronc médian, *tronc spinal antérieur*, qui descend verticalement au-devant du sillon médian antérieur jusqu'à l'extrémité du ligament coccygien. — Les *spinales postérieures* (2 et 3, fig. 51) viennent des vertébrales ou des cérébelleuses et descendent en serpentant en arrière des cordons postérieurs jusqu'à la fin du ligament coccygien. — Un peu au-dessous de leur origine, ces artères donnent une branche longue et grêle, qui descend isolément le long de la moelle entre



Fig. 51. — Coupe transversale schématique de la moelle pour montrer ses vaisseaux sanguins.

a, corne postérieure ; b, sillon postérieur ; c, corne antérieure ; d, sillon antérieur ; e, colonne de Clarke ; f, faisceau longitudinal de la substance grise ; 1, artère spinale antérieure ; 2, 3, a. radiculaires ou collatérales postérieures ; 4, a. médian postérieure ; 5, pie-mère ; 6, a. radiculaires ou collatérales antérieures ; 7, 7, a. périphériques ; 8, a. médiane antérieure ; 9, veine spinale antérieure (médiane antérieure) ; 10, v. radiculaire antérieure ; 11, v. radiculaire postérieure ; 12, v. spinale postérieure (médiane postérieure).

les racines postérieures et les cordons latéraux, tout en s'anastomosant fréquemment avec les spinales postérieures. — En outre, chemin faisant, les artères spinales reçoivent des affluents ou *artères de renforcement, artères spinales latérales*, qui pénètrent par les trous de conjugaison et viennent successivement de haut en bas des vertébrales et cervicales ascendantes, des intercostales et des lombaires. Ces artères se divisent en deux branches, l'une qui suit les racines antérieures et va se jeter dans le tronc spinal antérieur qu'elle renforce et qui s'épuiserait sans ces branches successives, l'autre qui suit le sillon collatéral postérieur et forme un réseau radiculaire

autour des racines postérieures. Toutes ces artères s'anastomosent en réseau autour de la moelle de façon à constituer le *réseau périmédullaire* (7, fig. 51). — Du réseau artériel que forment ces artères à la surface de la moelle, proviennent les artères qui s'enfonçent dans la moelle, *artères intra-médullaires*. — Duret en distingue trois variétés : *a*, les *artères médianes* (4, 8, fig. 51), qui pénètrent dans les sillons médians antérieur et postérieur, se rendent aux commissures et aux cordons qui limitent les sillons médians; — *b*, les *artères radiculaires* (2, 3, 6, fig. 51) qui suivent les racines des nerfs et pénètrent avec elles dans la substance grise, où elles se terminent en un réseau capillaire ; — *c*, les *artères périphériques*, qui pénètrent par tous les points de la moelle ; elles sont surtout abondantes au niveau des cordons latéraux et au niveau du sillon qui sépare le cordon de Burdach du cordon de Goll. — A ces artères, Adamkiewicz a ajouté deux nouveaux groupes : l'un pour la colonne de Clarke, et l'autre qui comprend les artères longitudinales anastomotiques.

La spinale antérieure se jette soit à droite, soit à gauche dans la corne antérieure, mais pas dans les deux à la même hauteur, par une bifurcation en V (Kadji). Ceci explique que les lésions de la paralysie infantile (myélite aiguë), soient presque toujours unilatérales (Pierre-Marie).

Le *réseau capillaire* est beaucoup plus riche dans la substance grise que dans les cordons blancs.

Les *veines* suivent un trajet à peu près parallèle à celui des artères. On peut les grouper en *veines médianes* antérieures (9, fig. 51) et postérieures (12, fig. 51), et en *veines collatérales* antérieures (10, fig. 51) et postérieures (11, fig. 51). — Elles se jettent dans les deux veines centrales, et de celles-ci partent des veines qui vont s'anastomoser en plexus à la surface de la moelle. De ce plexus émanent des troncs qui suivent les racines postérieures des nerfs pour aller se jeter dans les plexus veineux intra-rachidiens.

Les vaisseaux de la moelle, comme ceux du cerveau, sont pourvus d'une *gaine lymphatique* (Ch. Robin, His).

8. Aperçu physiologique sur la moelle épinière.

Pour les uns, la substance blanche de la moelle est inexcitable par nos moyens artificiel (Van Deen, Chauveau, Brown-Séquard, Schiff, Huizinga, etc.) ; pour les autres, elle est excitable, indépendamment des racines des nerfs qu'elle contient (Fick, Engelken, Vulpian, Giannuzzi, Luchsinger), et l'excitation propre se traduit par des mouvements pour les cordons antéro-latéraux, par de la douleur et des mouvements réflexes (dilatation pupillaire, augmentation de pression vasculaire mesurée au mamomètre, etc.), pour les cordons postérieurs. — La substance grise, au contraire, est inexcitable par nos moyens mécaniques et électriques. Seuls Aladoff, Biedermann, Cyon et Birge, admettent cette excitation expérimentale. Les centres sont excités par les poisons (picrotoxine, nicotine, strychnine), la chaleur (40°), le sang asphyxique, mais son véritable excitant est le courant nerveux.

A. — De la moelle comme organe conducteur des impressions sensitives et motrices.

Après la section ou la destruction partielle de la moelle, les cordons antéro-latéraux subissent une dégénération descendante (voies centrifuges), et les cordons postérieurs la dégénération ascendante (voies centripètes), ainsi qu'une petite portion, la postéro-interne

des cordons latéraux (faisceau latéral profond). Cette dégénérescence wallérienne, comme dans les nerfs, indique donc le sens de la conduction fonctionnelle. Elle affecte la forme d'une pyramide dans les deux cas, mais tournée la pointe en bas dans la dégénération des cordons antéro-latéraux ou moteurs, la pointe en haut dans la dégénération des cordons postérieurs ou sensitifs. Cette dernière n'atteint jamais les corps restiformes, ce qui prouve bien que ceux-ci ne sont pas une continuation, comme on l'a cru longtemps, des cordons postérieurs de la moelle. La sclérose des cordons postérieurs n'altère pas la sensibilité, mais détruit la coordination des mouvements (ataxie locomotrice), par suite de rupture des fibres commissurales en étage qui les constituent en grande partie.

a). Cordons postérieurs. — Après *la section des cordons postérieurs seuls*, il n'y a ni paralysie des mouvements volontaires, ni paralysie de la sensibilité. Cependant, s'il n'y a pas de doute relativement à la persistance de la motilité, il n'en est pas de même en ce qui concerne la sensibilité. Après cette section, en effet, Schiff a cru voir la sensibilité tactile ne plus se faire. Ce qu'il y a de plus certain, c'est qu'après les sections transversales des cordons à des hauteurs variables successives (exp. de Todd), on voit survenir des troubles de la coordination des mouvements qui rappellent les symptômes de l'ataxie locomotrice. Or, la lésion anatomo-pathologique de celle-ci, on le sait, consiste dans dans la sclérose des cordons postérieurs. La difficulté est de savoir si ces troubles tiennent à la lésion des fibres servant à la sensibilité musculaire, ou bien, au contraire, ce qui paraît plus probable, — à la lésion des fibres associant et coordonnant les réflexes tactiles qui entrent en jeu dans les mouvements de la station debout et de la marche.

b). Cordons latéraux. — Après la section *d'un seul cordon latéral*, la motilité est conservée du côté opposé à la section. Voilà ce qui est certain. — Mais la certitude cesse si l'on envisage la motricité du côté de la section. Alors que pour les uns (Weiss, Osawa), elle resterait intacte ; pour d'autres (Turck, Schiff, Woroschiloff, Kusmin), elle serait diminuée. — Pour la sensibilité, mêmes dissidences. — Si on l'examine du côté de la section, elle serait conservée d'après Longet et Schiff, tandis que selon N. Weiss, Osava, Kusmin, elle serait diminuée. — Envisagée du côté opposé à la section, elle serait encore conservée selon Longet et Schiff, diminuée d'après Woroschiloff et Weiss, abolie enfin selon Turck et Hohn.

Après la *section complète des deux cordons latéraux* seuls, il y a abolition des mouvements volontaires, des mouvements respiratoires, et, d'après certains auteurs, il y aurait aussi abolition de la sensibilité générale et de la sensibilité musculaire. Nous savons, en effet, qu'il y a des fibres sensitives dans le cordon latéral (f. de Gowers). — Après la *section transversale de toute la moelle, à l'exception des cordons latéraux*, les mouvements volontaires, la transmission réflexe et la sensibilité seraient conservés, il y aurait seulement de l'ataxie des mouvements. — Par les cordons latéraux passent donc les fibres de la motricité volontaire (F. pyramidal croisé), les fibres vaso-motrices, les fibres respiratoires, les fibres cilio-spinales, et peut-être aussi une partie des fibres sensitives (faisceau de Gowers) présidant à la sensibilité tactile et musculaire. — Le rôle des cordons latéraux indique que ces cordons doivent augmenter en volume et en richesse de fibres de bas en haut, et c'est ce qui a lieu, en effet, comme le prouve la comparaison des aires de section de la moelle à divers niveaux de bas en haut (Voy. fig. 44).

c). Cordons antérieurs. — La *section des cordons antérieurs seuls* est à peu pres impraticable.— Quand on sectionne *toute la moelle, à l'exception des cordons antérieurs*, on observe la disparition de la sensibilité et de tout (?) mouvement volontaire. On a admis que par ces cordons passaient les *fibres d'arrêt des réflexes* venant de l'encéphale (??).

d). Substance grise. — La *section de la substance grise et des cordons postérieurs* amènerait l'abolition de la sensibilité, la motricité se conservant intacte. Schiff admet cependant que tant qu'il reste un point de substance grise dans les sections transversales de la moelle, la motricité, quoique amoindrie, peut encore néanmoins se faire;

et pour Türck, Woroschiloff, Weiss, la sensibilité elle-même serait conservée alors que l'on a pratiqué la section de la substance grise seule. — La transmission a lieu alors par des *chemins de traverse*, grâce auxquels le courant nerveux finit par atteindre, après un certain détour, les cellules d'où naissent directement les nerfs périphériques.

e). Hémisection de la moelle. — La *section transversale d'une moitié de la moelle* produit : *a*) du *côté de la lésion*, de la diminution de la motilité (Von Bezold, Von Kampen, Türck, Schiff, Woroschiloff), et même son abolition (van Deen, Eigenbrodt, Brown-Séquard, N. Weiss, Müller). Il est à noter cependant que Stilling, N. Weiss et Osawa ont observé sa conservation. La sensibilité est conservée. — *b*) Du *côté opposé à la lésion*, la motilité est conservée, et quant à la sensibilité, elle serait conservée pour les uns (Van Deen, Stilling, R. Weiss, Osawa), diminuée d'après d'autres (Von Bezold, Schiff, Woroschiloff, N. Weiss), ou même abolie (Brown-Séquard, Ferrier). — Enfin, quand on fait la section transversale des deux moitiés de la moelle à des hauteurs différentes, on observe généralement une paralysie complète de la motricité et de la sensibilité, encore faut-il qu'il y ait plusieurs hémisections superposées (Osawa).

Il résulte de ces faits que chaque moitié de la moelle contient des fibres sensitivo-motrices pour les deux côtés du corps.

f). Section longitudinale de la moelle. — Elle paraît diminuer (Stilling) ou même abolir (Von Bezold) la sensibilité et la motricité des deux côtés du corps.

Transmission de la sensibilité dans la moelle épinière. — Les expériences concernant les voies de conduction spéciales pour les diverses espèces de sensibilité (sensibilité tactile, sensibilité musculaire, sensibilité à la douleur) sont contradictoires. Ce qui semble en ressortir néanmoins de plus général, c'est que la voie principale des impressions sensitives conduites par les racines postérieures, se trouve dans les cordons latéraux, et qu'accessoirement ces impressions peuvent passer par la substance grise et les cordons postérieurs. — Quant aux cordons antérieurs, on s'accorde pour les exclure des trajets sensitifs.

On a émis l'opinion que les colonnes de Clarke et le faisceau cérébelleux direct serviraient à la transmission des impressions sensitives qui entrent en jeu dans la coordination des mouvements. Cependant certains physiologistes y veulent voir les conducteurs des impressions viscérales.

La transmission des impresssions dans la moelle est *croisée* (Brown-Séquard), puisque la section sagittale de la moelle amène l'anesthésie des deux côtés dans les régions correspondantes à la section médullaire, et que dans les hémisections transversales la sensibilité s'affaiblit de plus en plus du *côté opposé* à mesure que la coupe devient plus profonde (Brown-Séquard), bien que cette sensibilité ne soit cependant jamais complètement abolie.

Mais d'autre part, comme dans les hémisections doubles de la moelle à des hauteurs différentes, l'une à droite, l'autre à gauche, la sensibilité est conservée des deux côtés (Van Deen, Osawa), il en résulte que l'entrecroisement des conducteurs de la sensibilité dans la moelle n'est que partiel (Vulpian, Woroschiloff, Ludwig et Miescher).

En résumé, la conductibilité sensitive dans les cordons postérieurs est surtout croisée, mais aussi directe à un plus faible degré, ce qui prouve que l'entrecroisement des fibres sensitives n'est pas complet.

Transmission motrice dans la moelle épinière. — Les *conducteurs de la motricité* dans la moelle passent par les cordons pyramidaux direct et croisé. C'est aussi par les cordons latéraux que passent les fibres des muscles respiratoires, les vaso-moteurs, qui, de là, gagnent les vaisseaux par les nerfs rachidiens ou les rami communicantes, les filets cilio-spinales, les fibres motrices de la vessie, et les fibres sudoripares (nerfs excito-sécrétoires). La substance grise aussi serait capable de conduire le mouvement volontaire selon Schiff. Dans tous les cas, elle paraît pouvoir conduire les mouve-

ments incoordonnés convulsifs. Les cordons antérieurs paraissent contenir les *filets inhibitoires*.

La transmission motrice dans la moelle est *directe*, car après une hémisection de cet organe, le mouvement est aboli du même côté. Cependant, comme l'excitation d'un cordon détermine quelques mouvements faibles dans le membre du côté opposé à l'excitation (Vulpian), il paraît y avoir entrecroisement *partiel* des conducteurs de la motricité dans la moelle (Vulpian, N. Weiss, Osawa, Van Kempen), mais la moelle cervicale seulement.

Cette transmission partant du cerveau, se ferait dans la moelle avec une vitesse de 10 mètres à la seconde (François Franck et Pitres).

Au fond, il paraît encore régner beaucoup d'obscurité sur les voies de conduction dans la moelle. Mais si l'on se rappelle que les filets nerveux ne sont que des conducteurs *indifférents*, et si l'on se rappelle d'autre part, que dans l'état normal les impressions suivent constamment une certaine route, toujours la même ; si l'on se rappelle, enfin, que si cette route est coupée ou rendue impraticable par suite d'une obstruction ou interruption quelconque (lésion anatomo-pathologique ou expérimentale), la transmission se poursuit encore, il est vrai, mais alors par des chemins de traverse, jusqu'à ce que par ces chemins elle ait pu regagner ses voies ordinaires ou habituelles, on comprendra facilement les divergences que nous avons notées plus haut.

Il ne faudrait pas croire non plus que les impressions sensibles puissent aller tout droit le long d'une même fibre de la périphérie au centre de perception, pas plus qu'une impulsion motrice puisse cheminer directement le long d'un autre fil du centre à la périphérie. La conduction dans la moelle n'est pas simple, comme cela a lieu dans un nerf, mais s'opère par un système plus ou moins compliqué de relais.

En résumé, la conductibilité motrice des cordons antéro-latéraux est surtout directe (contraction forte des muscles), mais aussi à un faible degré croisée (contraction faible des muscles). Ce qu'explique la présence des fibres commissurales antérieures entrecroisées mais incomplètement (Kolliker, Lenhosseck). Dans la région cervicale de la moelle les effets croisés prédominent beaucoup.

B. De la moelle épinière comme centre d'innervation.

La moelle *est une réunion de centres réflexes*. Un mouvement réflexe est un acte inconscient et involontaire qui se produit à la suite d'une impression périphérique. Autrement dit le *pouvoir réflexe* de la moelle est cette faculté que possède cet organe de transformer une impression, transmise de la périphérie par les nerfs sensitifs, en une incitation motrice qui se porte sur les nerfs moteurs et fait agir les muscles sans aucune participation du cerveau. Dans cet acte, l'impression sensitive se *réfléchit* en mouvement comme un rayon de lumière sur une surface.

Lois des Réflexes. — Établies par Pflüger, mais bien entrevues déjà avant lui par Herbert-Mayo et Calmeil, les *lois* de propagation des mouvements réflexes se démontrent très bien chez une grenouille à qui on a coupé la moelle en avant des nerfs brachiaux. — Si on lui pince modérément alors un des doigts d'une des pattes postérieures, il se produit un mouvement réflexe dans cette patte (*loi de l'unitéralité*) ; si le pincement est plus énergique, l'autre membre postérieur se contractera en même temps que le premier (*lois de l'asymétrie et de l'intensité*) ; si la pression augmente encore, les mouvements s'étendront aux pattes antérieures (*loi de l'irradiation*) ; et enfin, si l'excitation est violente ou les excitations faibles fréquemment répétées en un temps donné (sommation), les mouvements peuvent embrasser tous les muscles du corps et aboutir aux convulsions (*loi de la généralisation*). En d'autres termes l'excitation dans les centres nerveux fait *tache d'huile*.

Privés d'encéphale, une grenouille, un chat, un chien, etc., ne sont privés que de leurs mouvements volontaires, les réflexes persistent. Cette condition expérimentale se trouve réalisée dans l'espèce humaine chez les fœtus anencéphales (Lallemand, Beyer).

Que font les bouchers à l'abattoir pour se mettre à l'abri des mouvements réflexes violents des bœufs qui viennent d'être assommés ? Ils détruisent la moelle avec une longue tige qu'ils enfoncent dans le rachis et à laquelle ils impriment un vif mouvement de va et vient.— Autrement dit, ils détruisent empiriquement le centre des mouvements réflexes.

Isolée de l'encéphale par une section transversale passant au-dessous du bulbe, la moelle est susceptible de provoquer et de diriger différents *réflexes, simples* ou *compliqués* et même *coordonnés*, et cette excitabilité réflexe augmente par la décapitation. Elle persiste longtemps chez les animaux à sang froid. Elle est facilement démontrable aussi chez les mammifères à qui on a coupé la moelle, mais il faut pour la retrouver attendre dans ces cas quelques semaines après l'opération. La même chose paraît se passer chez l'homme, puisque Laborde en pinçant fortement l'un des bras du célèbre décapité Eyraud, le vit exécuter des mouvements de défense (*Soc. de Biol.*, 7 fév. 1891). Elle s'éteint très vite, quelques minutes après la décollation chez les mammifères, avec la cessation de l'irrigation sanguine des centres nerveux, de telle sorte que les mouvements observés une heure après la décapitation chez les suppliciés n'étaient que des mouvements idio-musculaires. La caféine, les opiacés, le camphre, l'atropine, la cocaïne, la picrotoxine, la strychnine, les courants continus descendants, l'oxygène sous pression, etc., le sommeil qui commence, l'hystérie, le tétanos, la séparation de la moelle d'avec l'encéphale, les compressions médullaires (mal de Pott, etc.,) les myélites transverses ou en plaques étendues, la sclérose latérale amyotrophique augmentent cette excitabilité réflexe, (suspension de l'action modératrice du cerveau) ; le bromure de K, le choloral, le chloroforme, l'éther, l'aconitine, l'acide cyanhydrique les courants ascendants, l'ataxie locomotrice, la paralysie atrophique de l'enfance, font l'effet opposé, et il en est de même du froid, de l'arrêt de la circulation (Exp. de Sténon : ligature de l'aorte abdominale, ligature du cœur), de l'apnée, du sommeil confirmé et des ébranlements du système nerveux central (commotion cérébrale, etc.).

La *durée de la transmission réflexe* (temps réflexe) dans la moelle est de 0,008 à 0.015 secondes chez la grenouille, (Wundt), de 0''05 chez l'homme (Exner). Schlesche a évalué de son côté la *vitesse du courant nerveux sensitif* à 132 mètres à la seconde (1). Entre l'excitation de la conjonctive et l'occlusion des paupières, il se passe 0''06, (Viault et Joliet).

Le courant nerveux intra-médullaire et le long des nerfs sensitif et moteur dans une action réflexe chez l'homme marche à près de 800 mètres par seconde (Helmholtz), mais cette vitesse est modifiée par l'intensité de l'excitation et l'état du sujet.

Les *mouvements réflexes coordonnés* sont quelquefois *croisés ou diagonaux*, ce qui paraît être en rapport avec le mode de progression habituel de l'animal. Mais ils paraissent, en outre, avoir un *caractère intentionnel* tel, qu'ils ont fait attribuer à la moelle une véritable *activité psychique*.

Nous marchons ordinairement sans le savoir. Le cerveau n'intervient qu'à certains moments pour modifier le rythme de la marche, la hâter ou la ralentir. Et, ce qu'il y a de plus curieux, c'est que des mouvements dont la coordination n'a pu être acquise que

(1) La différence énorme qui existe entre la vitesse du courant nerveux le long des nerfs et celle du courant électrique le long des fibres métalliques, a été invoquée pour différencier absolument l'un de l'autre ces deux courants. Il est bon de faire remarquer cependant, que cet écart est loin d'être aussi considérable qu'on le supposait, la conduction électrique dans les conducteurs organiques étant très lente (Beaunis), et d'autre part on peut arriver à ralentir considérablement la propagation du courant électrique (d'Arsonval).

par de longs efforts d'attention et de volonté, arrivent, par l'habitude, à devenir purement machinaux, à prendre le caractère de mouvements purement réflexes. L'exemple du pianiste est remarquable à cet égard.

Le chien a qui on a coupé la moelle dorsale continue à se gratter la peau avec la patte de derrière à l'endroit où on le chatouille. Tout le monde connait les mouvements coordonnés de la marche chez le canard auquel on vient de trancher la tête. La grenouille privée de cerveau, répond aux excitations par des mouvements associés, appropriés, adaptés à un but, à des mouvements de défense qu'on a été jusqu'à considérer, sans raison suffisante il est vrai, comme intentionnels (psychicité médullaire).

Les faits de *conscience obscure* sont expliqués par l'*association des centres réflexes*. Les *coordinations dans les mouvements* résultent de ce que, par les prolongements anastomosés des cellules, l'influx nerveux, au lieu d'errer au hasard, chemine plus facilement dans certaines directions, suivant des filets moteurs parfaitement déterminés pour une impression donnée. La coordination semble consister simplement dans la création de lignes de moindre résistance au sein du réseau nerveux.

Les *coordinations involontaires*, la plupart *instinctives et acquises par l'habitude*, ont une importance considérable dans la vie. Il en résulte une plus *grande rapidité dans l'exécution des mouvements*, et une *exécution plus précise*, qui devient mécanique et presque fatale. Ainsi on court parfaitement et sans hésiter et sans faire de faux pas, sur une poutre placée à terre, tandis qu'on est incapable de faire le même exercice, à moins d'une éducation spéciale, quand cette poutre est placée à quelques mètres du sol. C'est qu'alors au lieu de marcher automatiquement, nous croyons préférable de nous laisser guider par l'activité consciente, et celle-ci, distraite par la pensée du danger, produit presque sûrement un faux pas. C'est en vertu des mêmes phénomènes que le somnambule marche avec assurance sur le faîte d'un toit, tant qu'il est en état de somnambulisme et qu'il tombe si on l'éveille brusquement. Grâce à ce mécanisme « l'attention consciente » est déchargée d'un grand nombre de fonctions.

Nous verrons plus tard que l'acte réflexe peut conduire aux facultés intellectuelles, à la pensée. — L'ébranlement nerveux peut prendre les qualités d'une *sensation* qui est perçue par notre sens intime; puis par une comparaison avec des ébranlements antérieurs, il se produit un choix dans la voie de retour : il en résulte un *jugement* donnant naissance à la *volonté*. L'intelligence elle-même n'est que la possibilité d'établir des comparaisons, et elle le fait grâce à la faculté de recel ou de retentivité que possèdent les cellules des centres nerveux supérieurs (*mémoire*).

On a cependant soutenu que l'*automatisme* vrai de la moelle n'existerait pas. La moelle ne possèderait aucune spontanéité motrice comparable à la volonté, parce que, dit-on, lorsque l'on voit survenir des phénomènes en apparence spontanés que l'on a appelé *mouvements automatiques*, il faut les attribuer à des excitations externes ou internes qui nous échappent. Une grenouille à qui on a enlevé le cerveau, dit-on, isolée du reste du monde de façon que nulle excitation ne vienne la troubler (excitation sensible, thermique, aérienne, etc.), reste indéfiniment immobile et meurt sur place. Mais cependant, ne peut-on pas voir d'autre part sur le chien, après la section de la moelle dorsale, des mouvements spontanés dans la sphère commandée par la moelle lombaire (contraction rythmique du train postérieur)? Et chez les jeunes animaux, ne voit-on pas souvent des mouvements analogues, qui racontent assez que tout n'est pas dit sur l'automatisme de la moelle ? Et l'expérience de Dugès, Pflüger et Auerbach sur la grenouille ?

Herzen n'est pas éloigné de croire que chez un animal décapité la moelle épinière réagirait à une impression quelconque indifféremment par un mouvement quelconque, par des mouvements généraux désordonnés même comme cela se voit souvent chez le nouveau-né, si elle ne contenait pas un grand nombre de communications directes entre les nerfs sensitifs et moteurs développées antérieurement pendant l'évolution séculaire des êtres vivants et transmises par l'héridité. ou bien acquises par l'individu lui-même. Mais chez l'animal normal, porteur de sa tête, une excitation qui frappe la moelle n'est pas

fatalement, immédiatement et tout entière transmise et déchargée sous forme de réaction automatique ; rien ne l'empêche de gagner l'encéphale et dès lors la conscience spinale ne sera jamais appelée à se manifester chez l'animal intact.

La moelle est donc un centre d'élaboration fonctionnelle. C'est la cellule nerveuse de la substance grise qui est l'organe du réflexe (pouvoir excito-moteur).

Il y a dans la moelle épinière plusieurs *centres d'innervation*.

Les anciennes expériences de LEGALLOIS ont montré que sur un tronçon de moelle isolé sur l'animal vivant, par deux sections transversales, l'excitation des nerfs sensitifs qui se rendent à ce tronçon, peut produire des mouvements réflexes dans les muscles qui reçoivent leurs nerfs moteurs de ce tronçon.

A leur tour, MASIUS ET VANLAIR, en isolant un segment de moelle répondant à une paire nerveuse, ont montré qu'on pouvait, par une irritation périphérique, portant sur cette paire, déterminer des contractions réflexes dans tous les muscles qu'elle actionne : ce segment de moelle contient donc le centre réflexe de la paire.

a) *Centres moteurs des muscles du tronc et des membres.* — On peut considérer comme démontré que chaque muscle et chaque groupe musculaire a son centre moteur dans la moelle, et qu'il y a dans toute l'étendue de la moelle une série de centres moteurs échelonnés, plus ou moins indépendants, qui commandent tous les mouvements partiels d'une articulation donnée. Il va sans dire que dans l'état normal, ces centres sont reliés à l'encéphale qui peut alors les actionner à volonté. — Les excitations faibles produisent des mouvements du côté opposé à l'excitation ; les excitations fortes des mouvements alternatifs des deux côtés (OSAWA et TIÉGEL).

Ces mouvements peuvent être *coordonnés et adaptés à un but.* Des expériences de FREUSBERG sur des chiens, celles de SINGER et TARCHANOFF chez des oiseaux, démontrent ce fait avec évidence, sans parler des résultats obtenus par PFLÜGER, AUERBACH, GOLTZ. C'est ainsi qu'un canard à qui on a coupé la moelle qu'on plonge dans l'eau nage, que si on le jette en l'air il vole. En un mot, ce canard a conservé les mouvements d'un canard normal, et, chose digne de remarque, les mouvements qu'il exécute sont spontanés, automatiques, et se restreignent à mesure que les sections transversales de la moelle sont faites plus bas.

b) *Centre des mouvements musculaires de l'effort.* — Chez des animaux à qui ils avaient coupé la moelle, LUCHSINGER et GUILLEBEAU ont vu l'excitation des nerfs sensitifs de l'abdomen produire une contraction des muscles du ventre et des muscles du larynx, autrement dit des masses musculaires qui s'associent sous le phénomène de l'effort.

c) *Influence de la moelle sur la tonicité musculaire.* — Tous les nerfs moteurs sont soumis à une stimulation centrifuge continue provenant des centres nerveux et prenant dans les muscles un état permanent de tension, manifeste surtout dans les sphincters. Cette tonicité musculaire est la cause de la déviation de la face du côté opposé à la paralysie du facial, la cause de la flexion d'un membre quand ses extenseurs sont paralysés, etc. — Mais cette action continue de la moelle n'est qu'un phénomène réflexe provoqué par des stimulations latentes centripètes parties de la périphérie. C'est ce que prouve l'expérience de BRONDGEEST, répétée par ROSENTHAL, à savoir que la section des nerfs centripètes d'une partie en état de tonus en fait immédiatement cesser la tension ordinaire et permanente. Si donc des excitations partent incessamment de la moelle et avec un rythme déterminé et constant dans l'état physiologique, elles ne s'y engendrent pas. C'est pour cela que la fissure à l'anus (excitation périphérique) resserre le sphincter anal avec tant de force ; c'est pour cela aussi que malgré l'empoisonnement par la strychnine, les convulsions en apparence spontanées sont beaucoup moins fortes quand on isole l'animal du reste du monde, et n'existent plus du tout (MAGENDIE) quand on lui a coupé toutes les racines postérieures. L'hyperexcitation de la moelle par la strychnine, n'engendre donc les convulsions que si l'arc réflexe est complet, et pour qu'elles surviennent, les excitations latentes périphériques sont nécessaires.

Il y a aussi dans la moelle des *centres des réflexes tendineux* (réflexe rotulien, abdo-

minal, crémastérien, etc). — Le réflexe rotulien est amoindri ou supprimé dans l'ataxie locomotrice (Westphal, Erb, etc.), exagéré dans la paralysie spinale spasmodique (Erb, etc.). L'abolition du réflexe abdominal indique une affection diffuse du cerveau ; localisée à un côté, elle annonce que l'affection siège dans le côté opposé du cerveau (O. Rosenbach). Les réflexes nasal, conjonctival, pupillaire, crémastérien, etc., doivent toujours être explorés par le médecin. Dans les lésions cérébrales accompagnées d'hémiplégie, les réflexes sont toujours diminués du côté paralysé (parfois cependant le réflexe rotulien est exagéré); leur exagération annonce ou une hypérexcitabilité des centres réflexes, ou bien une hypéresthésie des nerfs sensitifs (névralgies, etc.), ou encore la suppression des influences inhibitrices.

d) Centre respiratoire. — La moelle contient bien les centres moteurs des muscles respiratoires, mais ces centres sont eux-mêmes sous la dépendance du centre respiratoire bulbaire. Ainsi la section de la moelle au-dessous de la 8e paire dorsale paralyse les muscles abdominaux ; au-dessus de la 1re paire dorsale, les intercostaux ; au-dessus de la 5e paire cervicale, les pectoraux et le grand dentelé ; enfin, la section faite au-dessus de la 4e paire cervicale paralyse le diaphragme et abolit tout mouvement respiratoire. Cependant les centres contenus dans la moelle pourraient aussi agir d'une façon indépendante et automatique, si l'on admet avec Schroff, Lautenbacch, Langendorff, Nitschmann et Wertheimer, que chez de jeunes animaux (lapins, chiens) la respiration peut reprendre et être provoquée (pincement, etc.), après la section de la moelle.

e) Centre cilio-spinal ou dilatateur de la pupille. — Il siège entre la 6e cervicale et la 2e dorsale, comme Chauveau a pu l'établir par la méthode wallérienne. Les filets irido-dilatateurs indépendants des vaso-moteurs passent par les rameaux sympathiques émanés des 4 dernières paires cervicales et des 6 premières dorsales (Fr. Franck chez le chat), entrent dans le premier ganglion thoracique, et de là remontent jusqu'au ganglion cervical supérieur d'où elles se détachent en un filet qui se rend au ganglion de Gasser et de là à l'iris en suivant la branche ophtalmique de Willis et les nerfs ciliaires. Cependant, comme après l'ablation du ganglion cervical supérieur et la section de toutes les racines du 1er ganglion thoracique, Vulpian a vu qu'on peut encore obtenir la dilatation de la pupille par voie réflexe, et que d'autre part, après la section du trijumeau en arrière du ganglion de Gasser, cette dilatation n'avait plus lieu, on a admis, à côté des fibres médullaires irido-dilatatrices, des fibres analogues bulbaires qui suivent la voie du trijumeau.

f) Centres accélérateurs des mouvements du cœur. — Les nerfs accélérateurs du cœur ont leur origine dans la moelle cervicale. En effet, si on supprime l'intervention du centre d'arrêt bulbaire par la section des pneumogastriques, celle des actions réflexes par la section des sympathiques au cou, celle de la pression sanguine par la section des splanchniques, l'excitation de la moelle accélère les battements du cœur (Von Bezold, Cyon). Ce centre entre en activité par l'acte réflexe (émotions, etc.).

g) Centres vaso-moteurs. — 1° *Centres vaso-constricteurs.* Des centres vaso-constricteurs se trouvent disséminés dans toute l'étendue de la moelle.

En effet, l'excitation électrique d'une coupe de moelle à la partie cervicale supérieure après section des pneumogastriques et sympathiques détermine un rétrécissement de toutes les branches de l'aorte (Ludwig et Thyry). Inversement, après la section de la moelle, les vaisseaux se dilatent (paralysie des vaso-constricteurs) et la pression sanguine baisse (Nasse). Cette chute de pression est d'autant plus élevée que la section de la moelle est pratiquée à un niveau plus élevé, puisque à mesure qu'on remonte, un plus grand nombre de filets vaso-constricteurs sont compris dans la section.

2° *Centres vaso-dilatateurs.* — Chez des chiens chloroformisés ou curarisés, à qui ils avaient coupé la moelle, Kager et Pall ont observé une dépression sanguine réflexe à la suite de l'excitation du plexus brachial ou du nerf sciatique. Ils n'ont rien obtenu dans ces circonstances par l'excitation directe de la moelle, ce qui suppose l'existence de filets vaso-dilatateurs médullaires.

S'il y avait un centre vaso-moteur unique dans le bulbe comme on l'a voulu soutenir, il est évident qu'après la séparation de la moelle d'avec le bulbe, toute excitation ou section ultérieure de la moelle ne pourrait plus produire une nouvelle dilatation des vaisseaux, et abaisser simultanément à nouveau la pression sanguine générale ou élever la température. Or, les expériences de VULPIAN et GOLTZ démontrent de la façon la plus nette que de nouvelles sections de la moelle aboutissent à ce résultat, et la persistance des réflexes vasculaires ou vaso-moteurs dans ces circonstances plaident dans le même sens. — Voici, au reste, une expérience récente de E. GLEY, qui ne laissera aucun doute à cet égard.

Si l'on coupe le bulbe, la pression artérielle, prise par la carotide par exemple, s'abaisse considérablement ; mais après la destruction de la moelle épinière, cette pression s'abaisse encore de 2 à 4 cent. de mercure. Par conséquent, la moelle participe au tonus vasculaire, et cette expérience démontre elle aussi, l'existence des centres vaso-constricteurs médullaires, indépendamment du centre bulbaire. Après l'opération, tous les sphincters sont absolument relâchés (1).

h) Centres sudoripares. — GOLTZ (1875) a démontré l'existence des nerfs sudoraux. Ils sont localisés pour le membre postérieur, au dessous de la 10e paire dorsale ; pour le membre supérieur, dans la moitié supérieure de la moelle dorsale ; pour la face, dans la moelle cervicale. Le *centre bulbaire* détermine la *sudation générale,* tandis que les centres médullaires ne déterminent que des *sueurs locales.* Les nerfs sudoraux passent par le sciatique pour le membre postérieur ; le médian et le cubital pour le membre supérieur ; par le sous-orbitaire pour la face.

Les *centres sudoraux* entrent en activité par action réflexe (excitations cutanées, muqueuses, émotions, asphyxie, pilocarpine, etc.).

L'existence dans la moelle de centres *excito-sudoraux* a été mis hors de doute par LUCHSINGER, VULPIAN, ADAMKIEWICZ, etc.

Il y a des *nerfs sudoraux* (nerfs excito-sudoraux) comme il y a des *nerfs salivaires* (nerfs glandulaires) indépendants des nerfs vaso-moteurs. KEUCHEL, HEIDENHAIN, etc., n'ont-ils pas observé, en effet, que l'atropine abolit l'action excito-sécrétoire de la corde du tympan sur la glande sous-maxillaire tout en respectant son action vaso-dilatatrice si bien mise en relief par CL. BERNARD ? De même pour les glandes sudoripares, GOLTZ, OSTRUMOFF, KENDALL, LUCHSINGER, NAWROCKI, ADAMKIEWICZ, VULPIAN, etc., ont démontré qu'ils existent des nerfs excito-sécrétoires, puisque la section du nerf sciatique par exemple, paralyse le fonctionnement des glandes sudoripares des pulpes digitales de la patte correspondante d'un chat, tandis que la faradisation du bout périphérique de ce nerf donne lieu à une abondante sécrétion de sueur par ces glandes. La section du sympathique abdominal (OSTRUMOFF, LUCHSINGER) arrête toute sudation réflexe dans le membre postérieur, l'ablation du ganglion thoracique supérieur (NAVROCKI, LUCHSINGER) dans le membre antérieur. Les nerfs excito-sudoraux proviennent donc du sympathique qui les tire lui-même de la moelle épinière. Ce phénomène peut du reste s'observer chez l'homme à l'état pathologique. OGLE a rapporté en effet, ce fait curieux : à la suite d'une cicatrice du cou du côté droit, il y eut rétrécissement pupillaire, rougeur et chaleur du même côté de la face. Or, à la suite d'un exercice violent, le côté gauche de la face *seul* avait conservé le pouvoir de suer. Ce fait montre qu'à la suite d'une paralysie d'un des cordons du sympathique cervical, les excitations réflexes partant des centres nerveux n'ont plus d'action sur les glandes sudoripares de la moitié de la face du côté lésé.

L'irritation de ces nerfs (électricité, pilocarpine, névralgie, etc.), détermine la sécretion de la sueur ; leur section après dégénérescence provoque l'arrêt de la sudation. Il en est de même de certains poisons (atropine, duboisine, etc.), et de certaines actions suspensives (nerfs phréno-sudoraux) ?

(1) GLEY, *Actions vaso-motrices après destruction de la moelle à l'aide d'une sonde passée dans le canal vertebral et parcourue par un courant d'eau chaude* (Soc. de Biologie).

Les poisons des nerfs sudoraux agissent sur les terminaisons nerveuses dans les glandes sudoripares.

Mais à côté des *nerfs excito-sudoraux* il paraît bien y avoir des nerfs suspensifs, *nerfs phréno-sudoraux* (Vulpian, I. Ott) que certains phénomènes d'arrêt bien constatés, comme par exemple, lorsqu'on arrête brusquement les sueurs d'une patte de chat provoquées à l'aide de la pilocarpine en faradisant le bout périphérique du nerf sciatique, semblent devoir faire définitivement admettre.

L'influence de la moelle sur les *autres sécrétions* est encore mal connue.

i) Centre génito-spinal (Budge, Goltz, Freusberg).

Ce centre siège au niveau de la 4e vertèbre lombaire chez le lapin.

Les fibres centripètes courent dans le nerf dorsal de la verge; les fibres centrifuges sortent, les unes avec le 4e et le 5e nerf lombaire, de là, entrent dans le sympathique et vont se distribuer aux vésicules séminales et aux canaux déférents; les autres sortent du centre éjaculateur avec les 3e et 4e nerfs sacrés, pour aller innerver le muscle bulbo-caverneux qui concourt au phénomène de l'éjaculation.

j) Centre de l'érection. (Goltz).

Il est placé dans la moelle lombaire.

Les fibres centripètes sont représentées par les nerfs sensitifs de la verge; ses fibres motrices par les nerfs érecteurs d'Eckhard, c'est-à-dire les nerfs vaso-dilatateurs de l'artère pénienne profonde ou caverneuse qui sortent des 3 premiers nerfs sacrés, et par les fibres motrices des muscles ischio-caverneux et transverse du périnée qui courent dans le 3e et le 4e nerf sacré. Le centre érecteur peut être excité, on le sait, par l'influence cérébrale (idées érotiques, etc.), et aussi par l'excitation des pédoncules et du pont de Varole.

k) Centre ano-spinal (Masius).

Le centre de la défécation siège dans la moelle lombaire et semble être placée sous la dépendance d'un centre supérieur siégeant dans le cerveau. Dans tous les cas le cerveau peut exercer une action modératrice sur ce centre.

l) Centre vésico-spinal (Giannuzzi, Goltz, Kirchhoff). Il est placé au-dessous du précédent et commande les réflexes vésicaux (excrétion de l'urine).

m). Influence trophique de la moelle. — L'influence trophique de la moelle sur la nutrition des racines antérieures des nerfs rachidiens est bien démontrée par les expériences de Waller (dégénérescence wallérienne).

n). Influence de la moelle sur la température animale. — Après la section de la moelle, la chaleur animale s'abaisse, et cet abaissement est d'autant plus rapide que la moelle a été coupée plus haut (Cl. Bernard, Brodie, Schiff). — Cette chute de la température du corps paraît être sous l'influence de la section des vaso-moteurs médullaires. L'existence des centres thermiques médullaires est encore trop incertaine pour que nous en parlions.

o). Influence de la moelle sur les combustions organiques. — D'après les recherches de Quinquaud, les coupes de moelle à la région dorsale supérieure abaissent considérablement l'exhalation d'acide carbonique, et aussi sa production dans les tissus.

p). Influence épileptogène de la moelle. — Après une hémisection de moelle au niveau de la 12e vertèbre dorsale chez le Cobaye, Brown-Séquard vit survenir de l'analgésie localisée à la face et au cou. Or, l'excitation de cette région déterminait des accès épileptiformes (zone épileptogène), et cette épilepsie acquise se transmet héréditairement aux jeunes des Cobayes opérés.

q). *Centres d'arrêt des réflexes médullaires.* — L'excitation de certaines régions de l'encéphale (lobes optiques chez la grenouille : — SETSCHENOW) produit une diminution ou même une suspension des phénomènes réflexes de la moelle. Pique-t-on les lobes optiques d'une grenouille mâle à l'époque des amours, elle lâche aussitôt sa femelle, ce que l'on n'observe plus après la section de la moelle allongée (ALBERTONI). Il en est de même de l'application simultanée de deux excitants qui amènent l'arrêt du réflexe que l'application du premier excitant amène d'ordinaire. Exemple : la friction du nez arrête le chatouillement, on arrête le rire en se mordant la langue, etc. La volonté peut conduire au même but dans certains cas (influence inhibitrice cérébrale).

NOTHNAGEL admet des centres médullaires pour ces phénomènes d'arrêt ; mais ces résultats paraissent être tout simplement sous l'influence des phénomènes d'inhibition qui, comme BROWN-SÉQUARD l'a démontré, se passent aussi bien dans la moelle que dans l'encéphale.

A l'état normal, tous les centres spinaux sont *subordonnés* aux *centres réflexes d'ordre supérieur* situés dans la moelle allongée ; en outre, le cerveau a sur eux un pouvoir tantôt excitateur, tantôt suspensif.

En résumé, l'expérimentation permet de distinguer dans la moelle des centres circonscrits, c'est-à-dire des *localisations fonctionnelles médullaires.* Le système cérébro-spinal des animaux supérieurs peut donc être considéré comme composé d'un certain nombre de centres nerveux échelonnés ayant chacun une certaine spécialité, recevant chacun les impressions d'une région déterminée du corps, et provoquant par ses réactions le mouvement dans une région correspondante. A cet égard, le système encéphalo-médullaire des Vertébrés rappelle absolument la chaîne nerveuse moniliforme des Annelés.

9. APERÇU PATHOLOGIQUE SUR LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Chemin faisant, nous avons indiqué, à propos de la substance grise ou des cordons de la moelle, les lésions anatomo-pathologiques dont ces parties peuvent être frappées et les cases du cadre nosologique dans lesquelles elles devaient entrer. Ici, nous nous bornerons à quelques indications générales concernant les compressions et les inflammations aiguës ou chroniques de la moelle.

On a pu voir la *rupture de la moelle* par suite d'élongation dans certains mouvements de flexion brusques et exagérés du rachis. Grâce à la grande largeur du canal vertébral, il n'est pas rare de voir des *subluxations*, des *fractures*, ne déterminer aucun phénomène de compression de la moelle.

Dans les *déviations de la colonne vertébrale* par malformation du mal de Pott (cyphose, lordose, etc.), la moelle épinière s'adapte à la déviation rachidienne, de telle sorte qu'il ne résulte de la déformation du rachis aucun trouble fonctionnel. Il n'en est pas de même de la *compression brusque* par une fracture, une luxation, un affaissement subit d'une vertèbre frappée de carie, de tuberculose ou de cancer, ou l'ouverture dans le canal rachidien d'abcès ou d'anévrysmes de l'aorte. Dans ces cas, si la compression siège au-dessus de la troisième vertèbre cervicale, la mort est presque instantanée. Au-dessous, si la compression n'est pas immédiatement mortelle, elle n'en donne pas moins lieu à de la paralysie de toutes les parties du corps innervées par les nerfs qui naissent au-dessous de la lésion, avec ses complications consécutives. On a cependant vu quelques cas de réduction de luxation de la colonne cervicale être suivis de guérison.

La *compression lente* de la moelle peut être déterminée par les gibbosités du mal de Pott, le cancer, les gommes des vertèbres, les abcès, tumeurs anévrysmatiques ou autres

qui, développés en dehors du canal rachidien, finissent par y pénétrer par les trous de conjugaison ou l'usure des vertèbres. Cette compression peut donner lieu à de la myélite, à de la sclérose, à du ramollissement de la moelle, soit seulement dans une partie soit dans toute l'épaisseur de l'organe. De là, des phénomènes variables. La compression ne porte-t-elle que sur une moitié latérale de la moelle, il survient de l'hémi-paraplégie directe avec anesthésie croisée (Brown-Séquard). Lorsque la moelle est comprimée dans tout un segment, il y a paralysie bilatérale des membres avec flaccidité et plus tard contracture ; en même temps les réflexes sont exagérés, et d'ordinaire il s'y ajoute des troubles de la sensibilité (parésie sensitive). Les symptômes varient du reste avec le siège de la compression. C'est ainsi qu'une compression de la moelle cervicale peut donner lieu, selon son siège, à des vomissements, du ralentissement du cœur et des mouvements respiratoires (irritation du pneumogastrique), de la dyspnée ou du hoquet (nerf phrénique), des troubles de la circulation faciale et des troubles pupillaires (sympathique cervical).

Une compression unilatérale existe-t-elle dans la région cervicale, le membre supérieur est paralysé, mais l'inférieur peut rester libre. On pourra expliquer cette différence si on se rappelle que les fibres destinées aux nerfs moteurs des membres inférieurs peuvent seulement traverser la commissure au-dessous de la lésion.

Quand la compression est la conséquence d'une tumeur des méninges ou du rachis, il arrive fréquemment que les racines des nerfs sont comprimées, d'où résultent des pseudo-névralgies et quelquefois des éruptions de zona ou des éruptions pemphigoïdes dans les points correspondants de la peau.

Dans tous les cas de destruction transversale de la moelle, il survient consécutivement des dégénérations ascendantes pour les cordons postérieures, descendantes pour le cordon antéro-latéral. Ces lésions sont susceptibles de guérison par régénération des fibres nerveuses. La dégénération est du même côté que la lésion, dans le cas de destruction unilatérale, exceptionnellement elle est bilatérale (Charcot, W. Müller).

La moelle, ne recevant que des vaisseaux de petit calibre, n'est pas, comme le cerveau, exposée aux ramollissements par embolie et thrombose. On en a cependant observé quelques cas (Handford, Leyden, etc.), et Liouville y a décrit des hémorrhagies assez étendues. L'anémie médullaire, à la suite d'hémorrhagie grave, à la façon de la ligature expérimentale de l'aorte au niveau des artères rénales (Stenon), peut amener de la paraplégie (Abeille, Landry).

Les inflammations de la moelle, les *myélites*, sont de divers ordres. Elles sont *primitives* (myélites traumatiques, m. *a frigore*), ou *consécutives* (myélites infectieuses : variole, diphtérie, fièvre puerpérale, syphilis, myélites toxiques). *Aiguës* ou *chroniques*, elles peuvent être *diffuses* ou *systématiques*. La *myélite aiguë* est presque toujours diffuse. La moelle est très vascularisée et ramollie (ramollissement rouge), les tubes nerveux sont granuleux ; les cellules des cornes sont considérablement augmentées de volume, avec des vacuoles en voie de dégénération granulo-graisseuse. Les vaisseaux sont dilatés, gorgés de sang, et les gaînes périvasculaires bondées de globules blancs. La *myélite aiguë systématique* caractérise anatomiquement la *paralysie spinale de l'enfance* et la *paralysie spinale de l'adulte*. Dans ce cas, la lésion initiale paraît être localisée aux cornes antérieures (Prévost et Vulpian), dont les cellules finissent par s'atrophier et disparaître. Mais cette lésion initiale ne tarde pas à s'étendre et à gagner les cordons latéraux (Charcot et Joffroy), les cornes postérieures (Turner, Eisenlohr), les colonnes de Clarke (Roger, Damaschino, Schultze), etc.

Les *myélites chroniques* sont spécialement des myélites scléreuses. Le tissu conjonctif péri-vasculaire et la névroglie prolifèrent et étouffent les éléments nerveux. Les fibres perdent leur gaine de myéline, les cellules des cornes dégénèrent, s'atrophient et finissent par disparaître. Il en est ainsi dans la *leucomyélite chronique* qui accompagne fréquemment la périencéphalite chronique (Westphal, Magnan), dans la *myélite centrale* ou *périépendymaire*, dans toutes les variétés de myélites diffuses.

La *syringomyélie* ou *maladie de Morvan*, qui paraît surtout se caractériser cliniquement par l'analgésie avec thermoanesthésie sans modification de la sensibilité tactile, l'atrophie musculaire et des troubles trophiques divers, est caractérisée anatomiquement par de petites cavernes creusées dans la moelle et communiquant avec le canal épendymaire (*myélite cavitaire*). Elle coïncide souvent avec la scoliose (Bruhl, *Thèse de Paris*, 1890), quelquefois avec la dilatation des ventricules cérébraux (Charlewood Turner, 1888). Westphal, Roth, Déjerine, Simon, etc., pensent que la syringomyélie est intimement liée à une gliomatose médullaire aboutissant à une myélite cavitaire.

La *myélite syphilitique* affectant, tantôt la forme d'une sclérose, tantôt celle d'un ramollissement ou d'une gomme, serait consécutive à des lésions vasculaires dérivant de l'endartérite (Gajkiewicz, *Syphilis du système nerveux*, Paris, 1892; — J. Sottas, *Soc. de Biologie*, 15 avril 1893).

Les *myélites chroniques systématiques* sont : 1° la *poliomyélite chronique antérieure* qui frappe les cellules des cornes motrices (Luys, Lockhart-Clarke, etc.), et conduit consécutivement à l'atrophie des racines antérieures (J. Cruveilhier,), et cliniquement à l'*atrophie musculaire progressive*; — 2° la *paralysie bulbaire progressive* dans laquelle ce sont les noyaux du bulbe qui sont frappés (ceux de l'hypoglosse, du facial et du spinal surtout).

Les lésions de l'atrophie musculaire progressive viennent souvent d'ailleurs compliquer celles de la paralysie bulbaire et réciproquement. Dans cette dernière il y a ordinairement en même temps atrophie des faisceaux pyramidaux (Déjerine), comme cela a lieu dans la sclérose latérale amyotrophique.

Parmi les myélites chroniques systématiques, citons encore celle qui frappe les faisceaux de Burdach et caractérise anatomiquement l'ataxie *locomotrice progressive* ou *maladie de Duchenne*, dans laquelle Bourdon et Luys ont montré pour la première fois le rapport entre la sclérose des cordons postérieurs qui caractérise cette maladie et l'atrophie des racines postérieures. Dans ces circonstances les cordons postérieurs sont devenus rosés et translucides. La lésion peut se propager aux cordons latéraux, aux cornes antérieures, et même jusqu'aux noyaux du bulbe, d'où il se produit dès lors des paralysies diverses.

La *sclérose latérale amyotrophique*, ou *maladie de Charcot*, frappe initialement les faisceaux pyramidaux, mais les cornes antérieures et consécutivement les racines antérieures ne tardent pas à s'atrophier (à rapprocher de l'atrophie musculaire progressive).

La *sclérose en plaques*, — qui, cliniquement, se caractérise surtout par une démarche spasmodique (paraplégie avec contractures), du tremblement et du défaut d'équilibre (moelle et cervelet) pendant la marche volontaire, puis par des troubles oculaires, une parole lente, scandée (spasmodique), un rire impulsif, divers troubles bulbaires (troubles de déglutition, glycosurie, etc.), et de l'affaiblissement mental, — se présentant tantôt sous la forme spinale pure, tantôt sous la forme cérébro-spinale, est caractérisée par des plaques grisâtres, « chair de saumon », disséminées ci et là dans l'épaisseur de la moelle, avec absence de dégénération secondaire.

Les *scléroses combinées* peuvent atteindre à divers degrés tous les éléments de la moelle. De là découle une symptomatologie des plus complexes.

Art. II. — BULBE RACHIDIEN

Le *bulbe rachidien, moelle allongée*, n'est que la continuation de la moelle épinière, qu'il couronne à la partie supérieure sous la forme d'un chapiteau (pa, fig. 52). Étendu de la moelle à la protubérance annulaire, le bulbe est un renflement en forme de cône tronqué, un peu aplati d'avant en arrière, long d'environ 30 millimètres, large de 18 à 28 et d'une épaisseur de 12 à 14 millimètres.

Il commence vers la partie moyenne de l'apophyse odontoïde, et, s'inclinant en avant, il repose en grande partie sur la gouttière basilaire de l'occipital par l'intermédiaire de l'espace sous-arachnoïdien inférieur, formant avec la moelle un angle obtus, ouvert en avant, d'environ 40°. En arrière et sur les côtés, il est embrassé par le cervelet. En bas, le bulbe est limité par un plan qui couperait la moelle au-dessous de l'entrecroisement des pyramides. Ce point, au niveau duquel le *sommet* du bulbe paraît se continuer sans ligne de démarcation avec la moelle épinière, et légèrement rétréci et porte le nom de *collet du bulbe*. Il répond en arrière à l'intervalle occipito-atloïdien, de telle sorte qu'un instrument piquant au défaut du rachis, viendrait l'atteindre à ce niveau qui correspond au *nœud vital*. L'Antiquité connaissait ce point faible que les accoucheuses qui pratiquaient l'infanticide n'ignoraient pas non plus. En haut, la base du bulbe a pour limites : en avant, le bord inférieur de la protubérance annulaire ; — en arrière, une ligne transversale, qui réunirait les angles latéraux du quatrième ventricule et diviserait en deux triangles le plancher du quatrième ventricule. Le poids du bulbe est de 6 à 7 gr., le 1/226e du poids de l'encéphale.

§ I. — Conformation extérieure du bulbe.

On considère ordinairement au bulbe quatre faces : une antérieure, une postérieure et deux latérales.

Nous préférons en étudier la configuration extérieure sous *deux vues* principales, l'une antérieure, l'autre postérieure, et en contournant l'organe de la ligne médiane vers la périphérie.

Examiné par sa face antéro-inférieure, le bulbe présente sur la ligne médiane un sillon longitudinal, *sillon médian antérieur du bulbe* (fig. 52 et 53), faisant suite à celui de la moelle, mais moins profond que lui dans le tiers inférieur du

bulbe où il est en partie comblé par un entrecroisement de fibres blanches qui passent d'un côté à l'autre. — Cet entrecroisement, sur lequel nous reviendrons, porte le nom de *décussation des pyramides* (15, fig. 53). Si on écarte le sillon, on voit dans le fond comme la continuation de la commissure blanche antérieure de la moelle ; cette lame unit les deux pyramides du bulbe et porte le nom de *raphé de Stilling*.

Ce sillon se termine en haut par une petite fossette située juste sous le bord inférieur de la protubérance annulaire, *trou borgne de Vicq-d'Azyr*. — Il n'est pas très rare enfin, de trouver le sillon médian, à la partie supérieure, recouvert par des fibres blanches transversales ; on les désigne sous le nom de *ponticule* ou *d'avant-pont* (collier des pyramides).

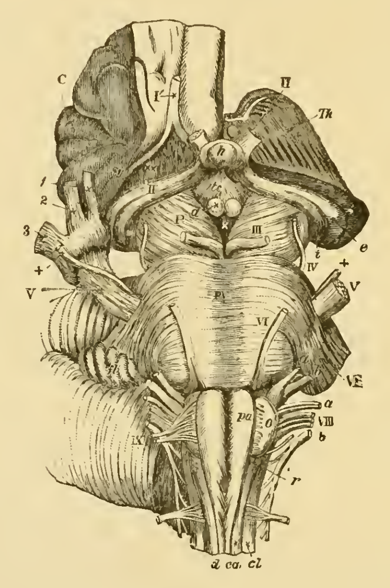


Fig. 52. — Face inférieure du bulbe rachidien et de l'isthme de l'encéphale.

I', nerf olfactif ; II, n. optique ; II', bandelette optique, avec i et e, les corps genouillés interne et externe ; h, glande pituitaire ; tc, tuber cinereum et infundibulum du troisième ventricule ; a, tubercule mamillaire ; P, pédoncule cérébral ; III, nerf oculo-moteur commun ; IV, n. pathétique ; V, n. trijumeau avec nerf masticateur ; VI, oculo-moteur externe ; VII, n. facial (a) et auditif (b) ; VIII. n. vague et n. glosso-pharyngien (VIII a) ; VIII b, n spinal ; IX, n. hypoglosse ; PV, protubérance annulaire ; fl, lobule pneumogastrique ; pa, pyramide antérieure ; o, olive ; d, sillon antérieur de la moelle ; ca, cordon antérieur, et cl, cordon latéral de la moelle.

De chaque côté du sillon médian, on voit deux cordons blancs légèrement renflés à leur partie supérieure sous la forme d'une massue. Ces cordons portent le nom de *pyramides antérieures* (*pa*, fig. 52). — Ils semblent continuer les cordons antérieurs de la moelle, mais en réalité leurs faisceaux s'entrecroisent à la partie inférieure du bulbe pour donner naissance à la *décussation* et se continuent au delà avec les cordons latéraux de la moelle. — En haut, ils s'en-

gagent sous les fibres les plus superficielles du pont de Varole. Entre les pyramides et le bord inférieur de ce pont, on trouve l'origine apparente du nerf moteur oculaire externe.

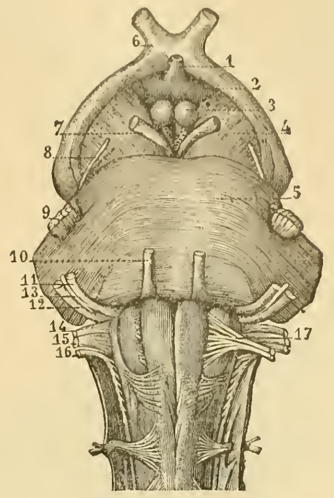


Fig. 53. — Face antérieure du bulbe rachidien pour montrer les olives et les fibres arciformes des olives.

1, tuber cinereum; 2, infundibulum (plancher du 3e ventricule); 3, tubercules mamillaires; 4, pédoncule cérébral; 5, protubérance annulaire; 6, chiasma des nerfs optiques; 7, nerf oculo-moteur commun; 8, nerf pathétique; 9, nerf trijumeau; 10, nerf oculo-moteur externe; 11, nerf facial; 12, nerf acoustique; 13, nerf intermédiaire de Wrisberg; 14, nerf glosso-pharyngien; 15, nerf pneumogastrique; 16, nerf spinal; 17, nerf grand hypoglosse.

En dehors des pyramides on rencontre deux autres saillies ovalaires à grand axe vertical, longues de 12 à 15 millimètres : ce sont les *olives* (0, fig. 52), éminences surajoutées au bulbe et ne faisant suite à aucune partie de la moelle épinière. — Ces saillies sont séparées des pyramides en avant par un sillon qui fait suite au faux sillon collatéral antérieur de la moelle, *sillon ante-olivaire* ou *latéral antérieur du bulbe* dans lequel on voit l'origine apparente du nerf grand hypoglosse (IX, fig. 52 et 17, fig. 53) ; — elles sont séparées en arrière des corps restiformes par un autre sillon, *sillon rétro-olivaire* ou *latéral postérieur du bulbe* qui continue le sillon collatéral postérieur et d'où émergent les nerfs glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal (VIII, fig. 52 et 14, 15 et 16, fig. 53) ; — en bas, où elles s'effacent un peu, elles sont limitées par des fibres blanches arquées qui descendent des corps restiformes et croisent en sautoir le sillon latéral, *fibres arciformes de l'olive* ou *stratum zonale* d'Arnold. (1); — en

(1) Ces fibres, observées pour la première fois par Santorini, mieux décrites par Rolando, sont plus ou moins apparentes suivant les sujets. Les plus constantes sont celles qui forment le *faisceau arciforme de l'olive* et les fibres que nous avons décrites à la partie supérieure du bulbe, sous le nom de *ponticule*. Mais dans certains cas, non seulement les deux extrémités des corps olivaires sont embrassées par une sorte de demi-collier que leur forment les fibres arciformes, mais encore ils peuvent être voilés en grande partie par ces fibres qui passent au-dessus d'eux.

haut, elles sont séparées de la protubérance annulaire par une dépression, *fossette sus-olivaire.* — Immédiatement derrière l'olive, entre ce corps et le sillon latéral du bulbe, on trouve un faisceau blanc vertical, épais d'environ 2 millimètres ; c'est le *faisceau intermédiaire, sous-olivaire* ou *latéral du bulbe* (3, fig. 60) qui fait suite à *une partie* du cordon latéral de la moelle et échappe à la décussation des pyramides.— A sa partie supérieure, ce faisceau est séparé de la protubérance par une dépression, *fossette latérale du bulbe*, qui se confond en avant avec la fossette sus-olivaire. A son niveau émergent du bulbe les nerfs facial, acoustique et intermédiaire de Wrisberg, (VII fig. 52 et 11, 12 et 13, fig. 53).

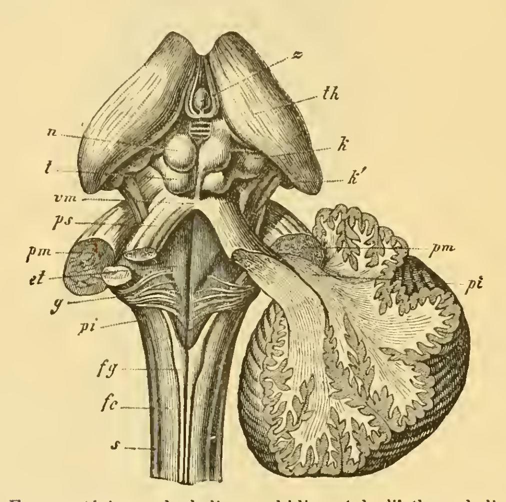


Fig. 54. — Face postérieure du bulbe rachidien et de l'isthme de l'encéphale.

z, glande pinéale; th, couche optique; k, corps genouillé interne; k', corps genouillé externe; pm, pédoncules cérébelleux moyens ; pi, pédoncules cérébelleux inférieurs ; s, cordon latéral ; fg, funicules grêles; fc, cordon postérieur ; et, plancher du quatrième ventricule ; ps, pédoncules cérébelleux supérieurs; t, tubercules quatrijumeaux (*testes*) ; n, tubercules quatrijumeaux (*nates*); g, barbes du calamus ; vm, valvule de Vieussens.

A 5 ou 6 millimètres au-dessous des olives et un peu en arrière, sur le faisceau latéral du bulbe, on voit une tache grisâtre plus ou moins apparente selon les sujets et que l'on a conservée à tort comme propre à l'espèce humaine, *tubercule cendré de Rolando*, qui n'est autre chose que la tête de la corne postérieure de la substance grise de la moelle voilée par quelques fibres blanches qui la recouvrent.

En arrière du *sillon latéral postérieur du bulbe*, on aperçoit un gros cordon de substance blanche, le *corps restiforme, cordon cunéiforme, processus cerebelli ad testes*, qui semble se continuer en bas avec les cordons postérieurs de la moelle, alors qu'en haut il se continue avec les pédoncules inférieurs du cervelet.

Ce sont là les seules parties du bulbe que l'on puisse voir par des vues antérieures et latérales de l'organe. Pour en achever l'étude, il faut le retourner et l'examiner par sa face postéro-supérieure.

Étudié dans une *vue postérieure* (fig. 54), le bulbe laisse voir aussitôt que son tiers inférieur est bien différent de ces deux tiers supérieurs.

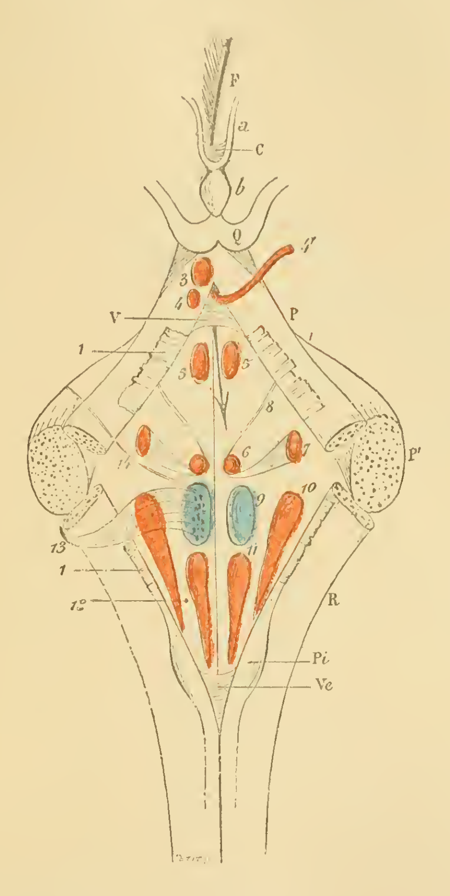


Fig. 55. — Schème de la face postérieure du bulbe et de la protubérance.

a, rênes de la glande pinéale; b, glande pinéale; c, commissure; F, flèche passée dans l'aqueduc de Sylvius; V, valvule de Vieussens; Q, tubercules quatrijumeaux; P, pédoncules cérébelleux supérieurs; P', pédoncules cérébelleux moyens; B, pédoncule cérébelleux inférieurs (corps restiformes); Pi, pyramides postérieures; Ve, verrou; **1**, **1**, ligula ou tœnia; **3**, noyau de l'oculo-moteur commun; **4**, noyau du pathétique; **5**, locus ceruleus (noyau du trijumeau); **6**, eminentia teres (noyau commun à l'oculo-moteur externe et au facial); **7**, noyau propre au facial; **8**, nerf facial; **9**, racine postérieure de l'acoustique; **10**, aile blanche externe (racine antérieure de l'acoustique); **11**, aile blanche interne (noyau de l'hypoglosse); **12**, aile grise (noyau des nerfs mixtes glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal); **13**, nerf acoustique; **14**, baguette harmonique de Bergmann.

Dans son tiers inférieur, il reproduit l'aspect caractéristique de la face postérieure de la moelle, c'est-à-dire qu'il présente un sillon médian, *sillon médian*

postérieur du bulbe (fig. 54 et 2, fig. 61), qui fait suite au sillon postérieur de la moelle, et de chaque côté deux gros cordons blancs faisant suite aux cordons postérieurs du même organe. Dans le fond du sillon, on aperçoit la commissure grise.

Dans les deux tiers supérieurs du bulbe, cette forme est bien changée. Bientôt, en effet, les cordons postérieurs, qui prennent dès lors le nom de *corps restiformes* ou *pédoncules cérébelleux inférieurs* (p i, fig. 54), au lieu de rester juxtaposés, s'écartent l'un de l'autre de façon à laisser entre eux une surface en forme de V à ouverture supérieure, et laisse à nu la substance grise centrale. L'espace triangulaire compris entre les branches d'écartement ou corps restiformes, *calamus scriptorius d'Hérophile*, fait partie du plancher du quatrième ventricule, dont la partie angulaire supérieure est formée par la face postérieure de la protubérance annulaire. — Cet espace présente un sillon médian longitudinal qui se continue en haut avec celui de la face postérieure de la protubérance et s'arrête en bas au niveau où les corps restiformes s'écartent l'un de l'autre. Ce sillon, c'est la *tige du calamus scriptorius*. De chaque côté de la tige, on voit des stries blanches transversales et convergentes en dehors, *barbes du calamus scriptorius* ou *stries acoustiques* qui ne sont autre chose que les racines postérieures des nerfs acoustiques (g, fig. 54).

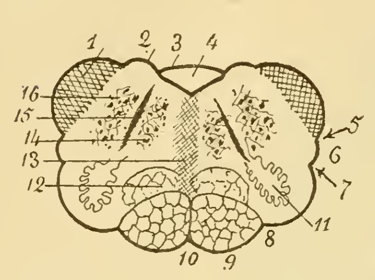


Fig. 56. — Coupe transversale du bulbe passant par les olives pour montrer sa conformation extérieure.

1, corps restiforme ; 2, pyramide postérieure (*clava*) ; 3, toit du 4e ventricule (voile médullaire intérieur) ; 4, cavité du 4e ventricule ; 5, 7, sillon collatéral postérieur (sillon latéral, sillon rétro-olivaire) ; 6, faisceau latéral ; 8, sillon collatéral antérieur ou ante-olivaire ; 9, pyramide ; 10, sillon médian antérieur ; 11, olive ; 12, cordons postérieurs ; 13, raphé ; 14, réseau blanc central, substance réticulaire de Deiters ; 15, cloison (noyau de Roller) ; 16, réseau gris latéral.

Le sommet déprimé du calamus, *bec du calamus*, forme une fossette, *ventricule d'Arentius*, par laquelle le canal central de la moelle s'ouvre et s'épanouit dans le quatrième ventricule.

Les *corps restiformes* qui forment les limites du plancher du quatrième ventricule de chaque côté du calamus *semblent* provenir des cordons postérieurs de la moelle. Ils se portent en haut et en dehors vers le cervelet et paraissent se diviser en deux faisceaux, dont l'un monte directement vers le cerveau en suivant le plancher du quatrième ventricule, et dont l'autre vient du cervelet et contribue à former le *pédoncule cérébelleux inférieur*.

Les *cordons de Goll* suivent les cordons postérieurs dans leur déviation en dehors ; — au moment où ils s'écartent l'un de l'autre au niveau du bec de calamus, ils se renflent en une saillie ovoïde, *renflement mamelonné* ou *pyramide postérieure du bulbe*, *clava* (fg, fig. 54), et vont se perdre insensiblement dans le corps restiforme correspondant.

Au niveau du bec du calamus, les pyramides postérieures sont unies par un tractus transversal, *verrou*, *obex* qui recouvre l'entrée du canal épendymaire dans le quatrième ventricule (Ve, fig. 55).

Nous étudierons plus tard le quatrième ventricule ; bornons-nous, pour l'instant, à signaler quelques formations spéciales qu'on voit dans le triangle inférieur ou portion bulbaire du plancher de cette excavation. — On y distingue, au-dessous des barbes du calamus et en allant de la tige du calamus vers le corps restiforme, trois zones longitudinales successives

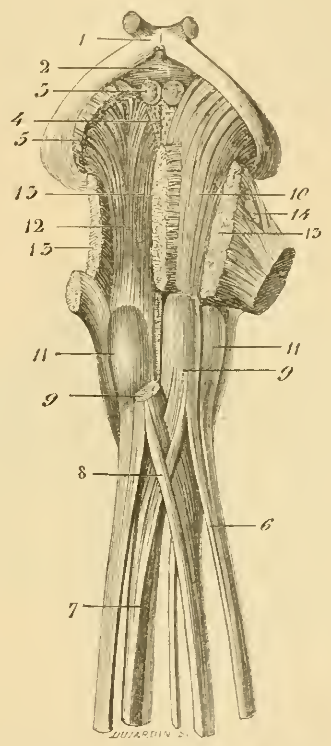


Fig. 57. — Décussation des pyramides du bulbe rachidien.

1, chiasma des nerfs optiques; 2, tuber cinereum, infundibulum; 3, tubercules mamillaires; 4, espace perforé interpédonculaire; 5, pédoncules cérébraux; 6, faisceau externe du cordon antérieur de la moelle se portant dans la pyramide du même côté; 7, faisceau interne s'entre-croisant avec celui du côté opposé; 8, entre-croisement des pyramides; 9, 9, pyramides; 10, prolongement des pyramides se rendant aux pédoncules cérébraux correspondants; 11, 11, olives; 12, faisceau innominé du bulbe formant la partie moyenne du pédoncule cérébral correspondant; 13, 13, 13, fibres de la protubérance annulaire coupée; 14, origine du nerf de la cinquième paire.

qui sont : — *a*, un triangle de coloration blanche à base supérieure, *aile blanche interne* (11, fig. 55), qui recouvre le noyau d'origine de l'hypoglosse; — *b*, une surface triangulaire à base inférieure, *aile grise* (12, fig. 55), qui correspond aux noyaux des 9e, 10e et 11e paires de nerfs crâniens; — *c*, un triangle blanc à base supérieure comme le premier, *aile blanche externe* (10, fig. 55), qui recouvre le noyau du nerf acoustique.

§ II. — Conformation intérieure ou structure du bulbe.

Le bulbe, comme la moelle épinière, est formé par des cellules nerveuses, des fibres nerveuses et une gangue de névroglie. Comme il est la continuation de la moelle, nous devons y retrouver les cordons blancs et l'axe gris central que nous avons observés dans la moelle. — Et, en effet, nous allons revoir dans le bulbe les divers éléments constitutifs que nous avons appris à connaître en étudiant la moelle, mais avec cette différence que

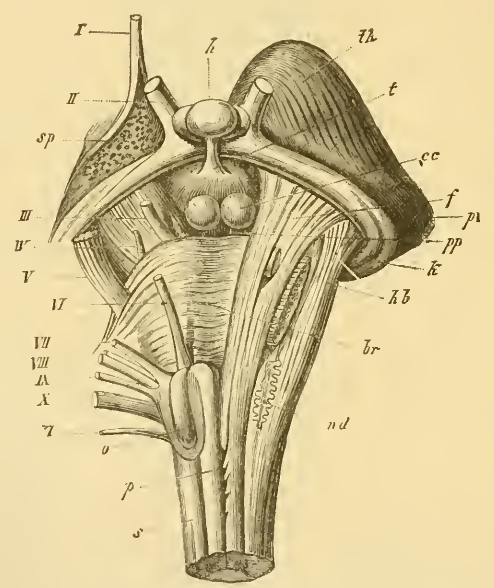


Fig. 58. — Décussation des pyramides et leur trajet de la moelle à l'encéphale.

h, hypophyse ; th, couche optique ; t, tuber cinereum avec l'infundibulum, la tige et la glande pituitaire ; f, pédoncule cérébral ; c, c, tubercules mamillaires ; p, p, substance perforée postérieure ; k, corps genouillés ; br, pont de Varole ; nd, noyau denté de l'olive ; s et hb, cordon latéral ; p, pyramide antérieure ; pt, pédoncule cérébral ; o, olive ; sp, substance perforée latérale ; I à XI, nerfs crâniens.

l'agencement de ces divers éléments est bien changé. — Les cellules forment des noyaux de nerfs analogues à ceux de la moelle, mais mieux isolés ; — elles émettent aussi des fibrilles qui les unissent aux cellules du noyau dont elles font partie, aux cellules des noyaux voisins, à celles des noyaux homologues de la moitié opposée du bulbe, aux cellules de l'encéphale et aux nerfs dont elles sont les foyers d'origine. — Mais dans le bulbe, le

groupement de ces noyaux est tout autre que celui que nous avons rencontré dans la moelle. C'est bien toujours la même substance grise centrale, mais modifiée dans sa forme et sa disposition, coupée çà et là par des faisceaux blancs et comme fragmentée.

Pour se rendre compte de cette nouvelle disposition, il faut se rappeler qu'au niveau du bulbe la substance grise centrale de la moelle a été mise à jour en arrière, par suite de l'écartement des corps restiformes, le passage en avant des cordons postérieurs et la formation du sinus rhomboïdal et qu'elle s'est étalée de façon à former le plancher du quatrième ventricule. — Les cornes postérieures se sont écartées, ont subi une rotation

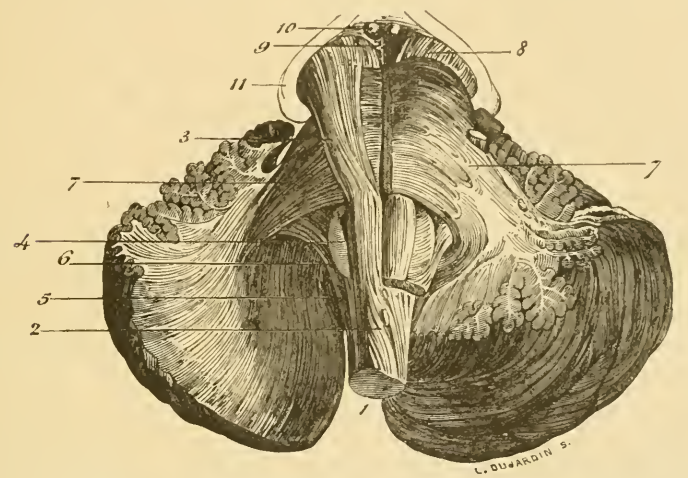


Fig. 59. — Décussation des pyramides et leur passage à travers le pont de Varole et le pédoncule cérébral.

1, bulbe rachidien : 2, entre-croisement des pyramides ; 3, pyramide se prolongeant dans l'épaisseur de la protubérance ; 4, olive ; 5, corps restiforme ; 6, pédoncules inférieurs ; 7, pédoncules cérébelleux moyens ; 8, pédoncules cérébraux ; 9, espace perforé interpédonculaire ; 10, tubercules mamillaires.

sur elles-mêmes, et, déjetées en dehors, sont venues se placer à la partie externe du plancher du quatrième ventricule ; — les cornes antérieures, de leur côté, ont vu leur base venir se placer sur le plancher du quatrième ventricule, de chaque côté du raphé (fig. 62 à 67).

De plus, les faisceaux pyramidaux croisés se portent en avant, en dedans et en haut, en coupant la base des cornes antérieures (10 fig. 62), pour aller s'entrecroiser sur la ligne médiane avec ceux du côté opposé, en donnant lieu à la *formation réticulée de Deiters* d'une part, et au *septum médian* ou *raphé de Stilling* d'autre part. Plus haut, les faisceaux latéraux profonds unis à ceux de Burdach, s'entrecroisent à leur tour en décapitant pour ainsi dire les cornes postérieures (11 fig. 63). Ce sont toutes ces nouvelles

dispositions qui compliquent singulièrement la texture du bulbe, texture que l'on commence à peine à bien connaître aujourd'hui.

Au niveau de l'entrecroisement des pyramides, la substance grise s'étend de chaque côté entre les cornes antérieures et postérieures déjetées en dehors et forme une sorte de réseau qui envahit la partie interne des cordons latéraux. Ce système est connu sous le nom de *formation réticulée de Deiters*. — Il est le résultat de l'entrecroisement des faisceaux pyramidaux croisés qui, dans leur marche en avant et en haut, traverse la base des cornes antérieures sous la forme d'une multitude de petits faisceaux, arqués et entrecroisés d'un côté à l'autre, et aussi de l'entrecroisement des fibres arciformes.

Dans la constitution du bulbe, nous trouvons les *éléments de la moelle* prolongés, substance blanche et substance grise, et des *parties surajoutées.*

a. — Substance blanche du bulbe.

La *substance blanche du bulbe rachidien* est formée par le prolongement des cordons de la moelle épinière et par une masse blanche surajoutée, l'olive.

Cordons antérieurs. — *Le faisceau pyramidal direct*, dont les fibres se sont entrecroisées le long de la moelle à travers la commissure blanche, ne s'entrecroise plus au niveau du bulbe. Il passe directement dans cet organe où il se place dans la pyramide antérieure du côté correspondant.

Le *faisceau principal* du cordon antérieur monte verticalement sans subir d'entrecroisement dans la moelle. Au niveau du bulbe les deux faisceaux principaux, celui de droite et celui de gauche, qui avaient jusqu'alors marché parallèlement, s'écartent l'un et l'autre de la ligne médiane et se portent en même temps en dehors, en arrière et en haut, mais sans s'entrecroiser; puis ils s'infléchissent en dedans tout en continuant leur trajet ascendant et s'accolent à nouveau l'un à l'autre. En effectuant ce trajet, les deux faisceaux principaux des cordons antérieurs forment dans leur ensemble une sorte de boutonnière elliptique, inclinée obliquement de bas en haut et d'avant en arrière dans l'épaisseur du bulbe : à travers cette boutonnière passent les faisceaux pyramidal croisé et latéral profond qui, à ce niveau, se portent l'un et l'autre vers la ligne médiane où ils s'entrecroisent avec leurs similaires du côté opposé pour donner lieu à la *décussation des pyramides* que découvrit Misticuelli en 1709 (2, fig. 59).

Superficiels et antérieurs dans la moelle, une fois qu'ils ont ainsi changé de position, les deux faisceaux principaux des cordons antérieurs sont devenus profonds et postérieurs dans le bulbe où ils sont venus se placer dans la partie la plus profonde des pyramides, en arrière du faisceau latéral ascendant ou sensitif.

Cordons latéraux. — Le *faisceau pyramidal croisé* au niveau du collet du

bulbe s'infléchit vers la ligne médiane où il rencontre son homologue du côté opposé avec lequel il s'entrecroise en natte, et une fois arrivé dans la moitié opposée du bulbe, vient constituer la partie superficielle de la pyramide antérieure où il rencontre le faisceau pyramidal direct et se confond avec lui.

A ce niveau donc, dans la même pyramide du bulbe, nous trouvons à la fois le faisceau pyramidal direct du même côté de la moelle et le faisceau pyramidal croisé du côté opposé. Ces deux faisceaux constituent désormais un seul et même groupe de fibres nerveuses dont l'ensemble forme le *faisceau pyramidal* ou cérébral moteur qui descend du cerveau dans la moelle où il transmet le courant de la motricité volontaire aux cellules des cornes antérieures de la moelle, qui, elles, portent ensuite aux muscles par l'intermédiaire des nerfs moteurs l'ordre d'exécution.

De fait cet ordre venu du cerveau est toujours croisé, puisque si l'hémisphère du côté gauche du cerveau, par exemple, porte l'ordre de la motricité à la moitié droite de la moelle épinière par le faisceau pyramidal croisé et à la moitié gauche par le faisceau pyramidal direct, comme ce dernier s'entrecroise le long de la moelle avec son congénère du côté opposé, il en résulte en fin de compte, que l'entrecroisement est total pour le faisceau pyramidal ou cérébral moteur dans son ensemble, et que toutes les incitations volontaires parties de l'un quelconque des hémisphères cérébraux, aboutissent aux muscles du côté opposé du corps. Les lésions qui intéresseront le faisceau pyramidal au-dessus du bulbe auront donc pour conséquence immédiate de déterminer une paralysie motrice du côté opposé à la lésion, autrement dit une *hémiplégie croisée.*

Si les choses en clinique ne sont pas toujours si simples et si régulières que celles que nous venons d'exposer, c'est que la décussation des pyramides n'est pas toujours pareille à elle-même. — Les *variétés* dans la décussation des pyramides sont en effet assez nombreuses. Voici à ce sujet ce que l'on peut dire de plus général. *a*) Chaque pyramide fournit un faisceau direct et un faisceau croisé (75 fois 0/0). Le plus souvent le faisceau croisé représente les 9/10es de la pyramide, mais il faut savoir (Flechsig, Pierret), — fait important pour l'interprétation des paralysies directes, — que dans un certain nombre de cas, c'est l'inverse qui a lieu, le pyramidal direct étant plus volumineux que le pyramidal croisé. *b*) Il y a décussation totale, les faisceaux directs font défaut. Cette disposition se rencontrerait environ une fois sur dix. *c*) Enfin, il n'y a que trois faisceaux, une pyramide motrice se dédoublant en faisceau direct et croisé, tandis que l'autre reste simple.

Le *faisceau latéral ascendant* ou *faisceau sensitif* en arrivant au collet du bulbe s'infléchit sur la ligne médiane, se rapproche de son congénère du côté opposé et s'entrecroise avec lui, comme l'avaient fait les deux faisceaux pyramidaux croisés et cela en arrière de ces derniers. Après l'entrecroisement dans le raphé du bulbe, les faisceaux latéraux profonds se redressent et viennent se placer dans les pyramides du bulbe à la face profonde du faisceau pyramidal qu'ils suivent ensuite pour monter avec lui dans les hémisphères du cerveau. Dans la pyramide du bulbe, le faisceau sensitif est donc situé entre le faisceau pyramidal ou moteur cérébral

qui est en avant et le faisceau principal du cordon antérieur ou faisceau commissural moteur qui est en arrière.

Le *faisceau de Gowers* monte dans le bulbe sans subir d'entrecroisement. Dans le champ latéral du bulbe, il rencontre un noyau, *noyau latéral du bulbe*, qui est une dépendance des cornes postérieures de la moelle, et après s'être interrompu en partie ou en totalité dans les cellules de ce

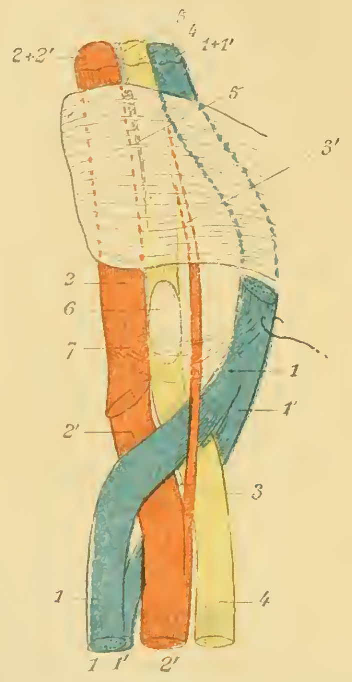


Fig. 60. — Entrecroisement des faisceaux de la moelle dans le bulbe.

1, cordon antérieur gauche; 1', cordon antérieur droit; 1 + 1, dans le pédoncule après avoir traversé la protubérance (ils forment boutonnière dans le bulbe); 2, cordon latéral gauche; 2', cordon latéral droit (ils passent à travers la boutonnière des cordons antérieurs, s'entrecroisent d'un côté à l'autre, décussation des pyramides, traversent la protubérance et vont former l'étage inférieur du pédoncule, 2 + 2'); 3, 3', faisceau non entre-croisé du cordon latéral (cordon intermédiaire ou latéral du bulbe); 4, 4, cordons postérieurs ou sensitifs (ils passent dans la boutonnière des cordons antérieurs, s'entre-croisent au-dessus des cordons latéraux, traversent la protubérance et vont former l'étage moyen des pédoncules); 5, locus niger; 6, olive; 7, fibres arciformes.

noyau sensitif, le faisceau de Gowers monte dans la protubérance annulaire en formant la plus grande partie, toute la partie externe, du *ruban de Reil*.

Le *faisceau cérébelleux direct*, dans son trajet ascendant, ne subit aucun entrecroisement. Arrivé au bulbe, il passe dans le corps restiforme correspondant et va se terminer dans le vermis supérieur du cervelet (Flechsig).

Une certaine partie de ses fibres ne suit cependant pas cette voie directe pour aboutir au cervelet. Celles-ci montent dans la protubérance en accompagnant les fibres du faisceau de Gowers et suivent le ruban de Reil dont elles constituent la portion la plus interne. Arrivées au-dessous des tubercules quadrijumeaux, elles abandonnent le reste du ruban de Reil, contournent le pédoncule cérébelleux supérieur en se portant vers la ligne médiane et se jettent dans la valvule de Vieussens où elles s'entrecroisent avec les fibres similaires du côté opposé et aboutissent enfin au vermis du cervelet (Monakow).

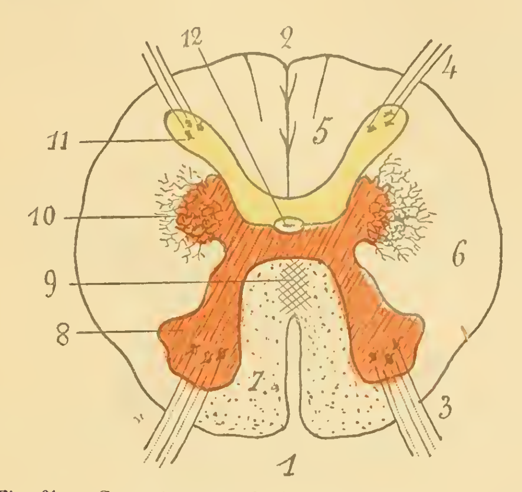


Fig. 61. — Coupe transversale du bulbe au niveau du collet (avant la décussation des pyramides).

1, sillon médian antérieur ; 2, sillon médian postérieur ; 3, racines antérieures ; 4, racines postérieures ; 5, cordon postérieur ; 6, cordon latéral ; 7, cordon antérieur ; 8, corne antérieure ; 9, commissure blanche ; 10, corne latérale ; 11, corne postérieure ; 12, canal central. (La substance grise des cornes antérieures est en rouge, celle des cornes antérieures en jaune.

Cordons postérieurs. — Le *faisceau de Goll* monte jusqu'au bulbe où il se jette, sans s'entrecroiser, dans le noyau post-pyramidal ou noyau de Goll. Par ce noyau il se prolonge ensuite dans le cervelet, en suivant d'une part le trajet du corps restiforme, et d'autre part, après s'être mis en rapport par un groupe de fibres avec les noyaux protubérantiels (Pierret).

Le *faisceau de Burdach* comprend, nous l'avons vu, des fibres commissurales longitudinales, des fibres radiculaires des racines postérieures et des fibres sensitives issues des colonnes de Clarke. Les fibres radiculaires et commissurales vont se jeter, sans subir d'entrecroisement, dans le noyau restiforme ou noyau de Burdach ; les fibres sensitives abandonnent successivement le cordon postérieur pour passer dans le cordon latéral ascendant qu'elles constituent, ainsi que nous l'avons dit, et au niveau du bulbe s'entrecroisent sur la ligne médiane avec celles du côté opposé pour aller constituer ensuite le plan moyen ou sensitif des pyramides du bulbe.

b. — Substance grise du bulbe.

Au niveau du collet du bulbe, la *substance grise* de la moelle épinière qui se continue dans le bulbe rachidien subit de profondes modifications par suite de l'écartement des cordons postérieurs et de l'entrecroisement des faisceaux moteurs et sensitifs, et consécutivement l'élargissement du sillon postérieur, l'ouverture du canal central de la moelle au niveau du bec de calamus et l'étalement de la substance grise centrale sur le plancher du quatrième ventricule.

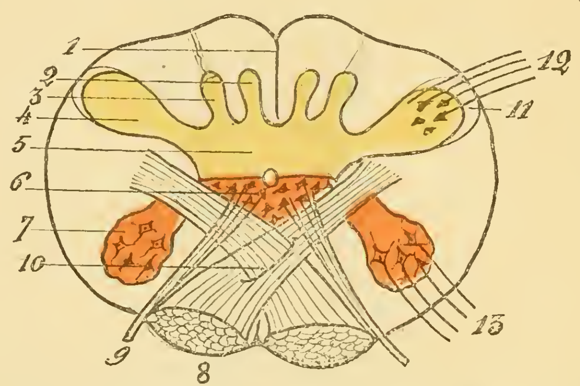


Fig. 62. — Coupe transversale du bulbe un peu au-dessus du collet (au niveau de la décussation des pyramides).

1, sillon médian postérieur; 2, noyau du cordon de Goll ou du cordon grêle ; 3, noyau du cordon de Burdach ou du corps restiforme ; 4, corne postérieure ; 5, substance grise de la base des cornes postérieures ; 6, base des cornes antérieures ; 7, têtes des cornes antérieures ; 8 pyramides ; 9, nerf grand hypoglosse ; 10, entrecroisement des pyramides ; 11, tubercule cendré de Rolando ; 12, racines postérieures ; 13, racines antérieures. (La substance grise des cornes antérieures est en rouge, celle des cornes postérieures en jaune.)

En s'écartant l'un de l'autre, les cordons postérieurs laissent à nu en arrière la substance grise centrale, et repoussent en dehors d'autre part les cornes postérieures de la substance grise qui viennent dès lors s'étaler en quelque sorte sur le plancher du quatrième ventricule. — La base de ces cornes se dispose en une colonne grise sensitive étendue en long, de chaque côté de la tige du calamus, *en dehors* de la base des cornes antérieures qui, elle, forme une colonne grise également longitudinale sur le plancher du quatrième ventricule, mais juste à droite et à gauche de la tige du calamus (4, fig. 66).

Par suite de la décussation des faisceaux pyramidaux croisés, décussation des pyramides, les cornes antérieures sont coupées en deux : une

partie postérieure, ou *base de la corne*, reste en rapport avec la commissure grise, par conséquent vient se placer de chaque côté du raphé médian du bulbe où elle forme une colonne motrice que nous retrouverons en étudiant le plancher du quatrième ventricule (6, fig. 62); — la partie antérieure ou *tête de la corne* est légèrement rejetée en dehors où elle forme une nouvelle colonne grise motrice que divise en tronçons le passage des fibres arciformes (7, fig. 62).

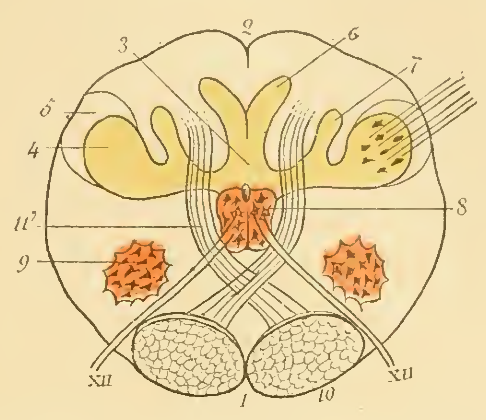


Fig. 63. — Coupe transversale du bulbe à sa partie inférieure (un peu au-dessus de celle de la figure précédente, au niveau de la décussation des cordons postérieurs).

1, sillon médian antérieur; 2, sillon médian postérieur; 3, base des cornes postérieures; 4, tête des cornes postérieures; 5, tubercule cendré de Rolando; 6, noyau du cordon de Goll; 7, noyau du cordon de Burdach; 8, base des cornes antérieures; 9, têtes des cornes antérieures; 10, pyramides; 11, cordons postérieurs qui s'entre-croisent sur la ligne médiane au-dessus de l'entre-croisement des pyramides; XII, nerf grand hypoglosse. (La substance grise des cornes antérieures est en rouge, celle des cornes postérieures en jaune).

L'entrecroisement du faisceau latéral profond et du paquet de fibres du faisceau de Burdach qui vient se joindre à lui, qui se fait juste au-dessus de celui des faisceaux pyramidaux croisés, ne peut se faire de son côté en laissant intactes les cornes postérieures. En effet, en se portant en avant et en haut à la suite des faisceaux moteurs ou pyramidaux, les faisceaux sensitifs, latéral profond et de Burdach d'un côté de la moelle qui vont passer de l'autre, et réciproquement, coupent également en deux la corne postérieure, dont la *base* reste étalée sur le plancher du quatrième ventricule (1, fig. 65), tandis que la *tête* se trouve refoulée en dehors où elle apparaît sous la forme d'une colonne grise qui chemine en arrière et un peu en dehors de la colonne formée par la tête des cornes antérieures (11, fig. 62).

Cette colonne fait saillie à la partie inférieure du bulbe sous la forme du tubercule cendré de Rolando, et monte vers la protubérance où elle s'épuise.

Il résulte de cet ensemble de phénomènes que la tête de la corne anté-

rieure est séparée de sa base par les cordons latéraux, et que la tête et la base des cornes postérieures sont séparées l'une de l'autre par le passage des cordons postérieurs (fig. 62, 63 et 64). Ces parties grises qui représentent les cornes de la moelle dans le bulbe constituent des noyaux ganglionnaires d'où proviennent les nerfs crâniens comme les nerfs rachidiens

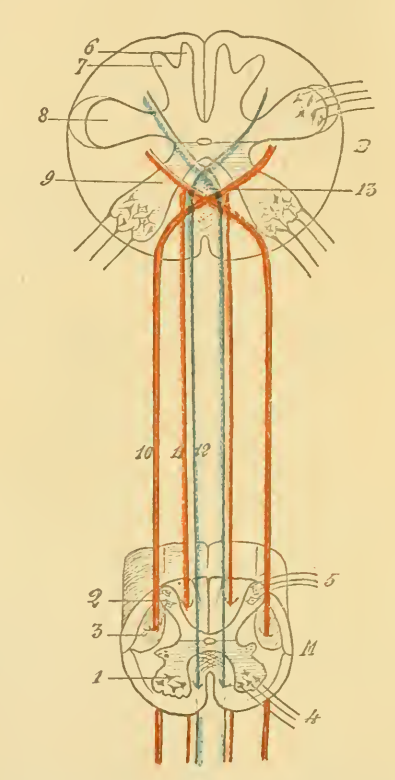


Fig. 64. — Schème destiné à montrer l'entre-croisement dans le bulbe des cordons moteurs et sensitifs de la moelle épinière (décapitation des cornes de la substance grise).

M, moelle ; B, collet du bulbe ; 1, corne antérieure de la moelle ; 2, corne postérieure ; 3, faisceau pyramidal croisé ; 4, racines antérieures ; 5, racines postérieures ; 6, noyau de Goll ; 7, noyau de Burdach ; 8, corne postérieure ; 9, corne antérieure ; 10, trajet du faisceau pyramidal croisé ; 11, trajet du faisceau pyramidal direct ; 12, trajet du cordon postérieur. (Le faisceau pyramidal (moteur) est en rouge, le faisceau sensitif en bleu.)

provenaient des cellules des cornes de la moelle épinière ou des ganglions rachidiens. Ce sont là les *noyaux d'origine* des nerfs crâniens, nous le verrons plus tard.

Sur une coupe transversale du bulbe à sa partie moyenne (fig. 65), les choses ont pris la disposition que nous venons de donner ; la décussation des faisceaux pyramidaux et latéraux profonds est achevée, aussi trouve-

t-on en avant la coupe bien circonscrite des pyramides antérieures ou pyramides motrices (13, fig. 65), puis en arrière de ces dernières, des cordons blancs qui font suite aux faisceaux latéraux profonds et de Burdach de la moelle du côté opposé ou pyramides sensitives (14, fig. 65), et enfin, plus en arrière encore, des faisceaux blancs non entrecroisés qui glissent sous le plancher du quatrième ventricule, et qui ne sont autre chose que la prolongation des faisceaux principaux des cordons antérieurs de la moelle.

L'examen de tranches transversales minces du bulbe permet de voir très exactement tous ces détails, que les schémas ci-contre, exécutés d'après les belles préparations du professeur Mathias Duval, reproduisent assez fidèlement (fig. 65 et 66).

Voici ce que nous apprennent les coupes transversales superposées du bulbe : — Au *niveau du collet du bulbe*, c'est encore une coupe de moelle que l'on a sous les yeux. On remarque seulement : 1° un épaississement des commissures qui finissent à ce niveau sous leur forme propre pour faire place à un raphé médian; 2° l'accroissement de la formation réticulée qui entourait la corne latérale dès la région dorsale supérieure et renfermait la colonne intermédiaire ou tractus intermédio-latéral; 3° la projection en arrière et sur le côté de la corne postérieure dont la tête vient affleurer la surface de la moelle sous le nom de tubercule cendré de Rolando. *Au dessus du collet du bulbe*, le fait capital est l'entrecroisement des pyramides.

Les faisceaux pyramidaux s'entrecroisent sur la ligne médiane en traversant le col des cornes antérieures (10, fig. 62). C'est ce que l'on a appelé la décapitation des cornes qui, dès lors, forment deux colonnes, l'une qui représente la base et reste en rapport avec le canal central (6 fig. 62), l'autre qui représente la tête et conserve sa situation antéro-latérale (13, fig. 62) mais à tout jamais maintenant séparée de sa base. Entre les deux on voit le faisceau pyramidal croisé.

On y doit signaler de plus deux excroissances de la base de la corne postérieure : la plus externe s'enfonce dans le cordon postérieur, c'est le *noyau restiforme* (3, fig. 62), ou du *cordon de Burdach*, la plus interne c'est le *noyau post-pyramidal* ou *noyau du cordon de Goll* (2, fig. 62).

Une coupe *passant juste au-dessous des olives*, nous montre un nouvel entrecroisement, celui des faisceaux sensitifs. Ceux-là, qui proviennent à la fois du faisceau de Burdach et du faisceau latéral profond, s'entrecroisent à leur tour sur la ligne médiane en coupant en deux tronçons les cornes postérieures, absolument comme l'avaient fait les faisceaux pyramidaux pour les cornes antérieures, et au-delà se continuent avec les rubans de Reil, d'où l'entrecroisement des faisceaux sensitifs porte encore le nom d'entrecroisement des rubans de Reil. Une fois entrecroisés, ces faisceaux viennent se placer dans la pyramide antérieure en arrière des faisceaux pyramidaux où ils forment la portion sensitive des pyramides. Dès lors les cornes postérieures forment dans le bulbe et la protubérance annulaire deux colonnes longitudinales séparées, d'où naissent des nerfs sensitifs, comme des colonnes qui représentent les cornes antérieures naissent des nerfs moteurs.

Sur une *coupe passant par les olives*, la décussation des pyramides est achevée.

Les faisceaux de la moelle sont disposés dans l'ordre suivant d'avant en arrière dans l'épaisseur des pyramides : 1° faisceaux pyramidaux ou moteurs ; 2° faisceaux de Burdach et latéral profond ou faisceaux de Reil; 3° faisceaux antérieurs principaux du cordon antérieur.

Sur cette coupe, on reconnaît facilement les deux colonnes motrices et les deux colonnes sensitives qui résultent du tronçonnement des cornes de la substance grise. Sur la tête de la corne postérieure, on voit pourtant quelque chose de nouveau, une sorte de calotte de fibres qui la coiffent et naissent de la corne elle-même : c'est la racine bulbaire du trijumeau (7, fig. 65). — Il est facile aussi de reconnaître les olives et les corps paraolivaires, ainsi que les origines de deux nerfs crâniens, le grand hypoglosse (XII, fig. 65) qui sort de la base de la corne antérieure (nerf moteur) et la portion sensitive du pneumogastrique (20, fig. 65) qui émane de la base des cornes postérieures.

Sur une *coupe passant par la partie moyenne des olives*, on ne voit plus le canal central. Ce dernier s'est ouvert en un large sinus, le quatrième ventricule, les autres parties nerveuses se sont rejetées sur les côtés, et la base des cornes postérieures sur la ligne médiane, la base des cornes antérieures latéralement, sont venus constituer deux colonnes grises sur le plancher du quatrième ventricule (1, 18, fig. 65). — La tête des cornes antérieures (8, fig. 65) constituent le noyau accessoire de l'hypoglosse et le noyau moteur des nerfs mixtes; la tête des cornes postérieures (18, fig. 65) est toujours coiffée par la racine bulbaire ou ascendante du trijumeau. On continue à voir les olives et les corps para-olivaires (12, 10, 15, fig. 65), et de plus les *noyaux pré-pyramidaux* et un faisceau longitudinal, sous-jacent au plancher du quatrième ventricule, situé entre la base des cornes postérieures et le noyau restiforme, la *bandelette solitaire de Stilling* (21, fig. 65).

Mais à ce niveau nous rencontrons encore la formation réticulaire, les fibres arciformes et différents noyaux sur lesquels nous devons dire un mot.

Au milieu, nous voyons le *raphé médian du bulbe,* qui est un lieu de passage et d'entrecroisement pour les fibres de toutes sortes. De chaque côté du raphé une sorte de réseau déterminé par le passage à travers la substance grise de nombreuses fibres blanches, provenant en grande partie des faisceaux moteurs ou sensitifs croisés et des fibres arciformes. C'est à ce champ réticulé qu'on donne le nom de *formation réticulée de Deiters.* Cette formation est divisée en deux zones, une interne, *formation réticulaire blanche ou centrale* (14, fig. 56), limitée dans le bulbe, en dedans par le raphé et en dehors par les racines de l'hypoglosse (plus haut, au niveau de la protubérance, par les racines de l'oculo-moteur externe), et une zone externe, *formation réticulaire grise* ou *latérale* (16, fig. 56), limitée en dedans par les racines de l'hypoglosse, et en dehors par celles du spinal, du pneumo-gastrique et du glosso-pharyngien. Dans la formation réticulaire centrale on voit : 1° le noyau de Roller, très développé à la partie supérieure des olives; — 2° le noyau respiratoire de Mislavsky.

Au noyau de Roller viennent aboutir les fibres du faisceau principal antérieur et celles du faisceau de Gowers. — Plus haut, au niveau de la protu-

bérance annulaire, nous verrons que dans le prolongement de la substance réticulaire centrale on trouve d'autres noyaux, le *noyau réticulé du pont* et le *noyau central supérieur.*

Dans la *formation réticulée latérale*, mélange des fibres grises et de cellules nerveuses, que certains auteurs regardent comme la suite de la corne latérale de la moelle et du tractus intermédio-latéral, on a fait s'éteindre le faisceau latéral profond, mais nous savons que les fibres de

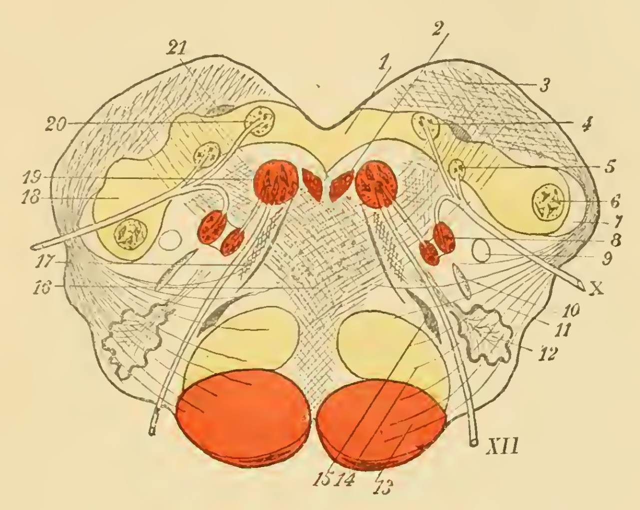


Fig. 65. — Coupe transversale du bulbe à sa partie moyenne (région des olives).

1, base des cornes postérieures (plancher du 4e ventricule); 2, faisceau longitudinal postérieur; 3. corps restiformes; 4, noyau sensitif; pneumogastrique; 5, racine ascendante du pneumogastrique; 6, noyau du trijumeau (racine descendante); 7, tubercule de Rolando; 8, noyau moteur ou accessoire du pneumogastrique (noyau antéro-latéral représentant la tête de la corne antérieure et donnant les noyaux accessoires de la XIIe paire,+ le noyau masticateur, + les noyaux moteurs des nerfs mixtes); 9, noyau du cordon latéral ascendant; 10, corps paro-olivaire externe; 11, fibres arciformes; 12, olive; 13, pyramide; 14, ruban de Reil; 15, corps para-olivaire interne; 16, substance réticulaire blanche ou centrale (entre-croisement des fibres des rubans de Reil, couche intérolivaire ou des rubans de Reil); 17, substance réticulaire grise ou latérale, 18, tête de la corne postérieure; 19, base de la corne antérieure; 20, noyau sensitif du vague; 21, bandelette solitaire de Stilling. (Les parties motrices sont en rouge, les parties sensitives en jaune).

ce dernier ne font que traverser le réseau réticulaire pour aller participer à la formation des rubans de Reil. Enfin, presque toute la coupe de cette région est traversée par les fibres arciformes, dont les internes, nous l'avons vu, viennent les unes des noyaux rectiformes et cunéiformes et vont prendre part à la formation des rubans de Reil après s'être entrecroisées dans le raphé (couche interolivaire ou des rubans de Reil), les autres des olives et des pédoncules cérébelleux inférieurs (corps restiformes).

Les coupes transversales du pont de Varole nous permettront d'achever l'étude de ces diverses formations.

c. — Parties surajoutées du bulbe.

Les *parties blanches* qu'on rencontre dans le bulbe et que l'on ne voit pas dans la moelle, sont les noyaux blancs des olives, et des fibres blanches transversales qui avoisinent le raphé médian où elles s'entrecroisent sous des angles variés. Parmi ces fibres, les unes réunissent les noyaux des nerfs bulbaires d'un côté avec les noyaux homologues du côté opposé; — d'autres émanent des corps olivaires, des corps restiformes ou des cordons pyramidaux postérieurs.

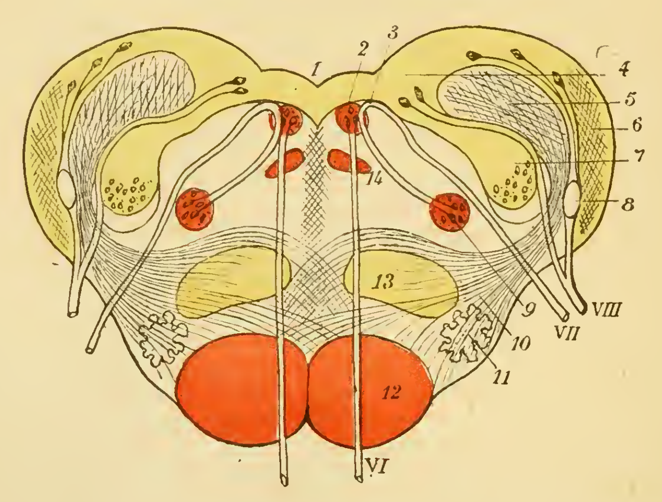


Fig. 66. — Coupe transversale du bulbe à sa partie supérieure (partie supérieure des olives).

1, plancher du 4e ventricule; 2, base de la corne antérieure (noyau du moteur oculaire externe); 3, genou du facial (*eminentia teres, fasciculus teres*); 4, substance grise du plancher (base étalée des cornes postérieures); 5, corps restiforme; 6, tubercule acoustique; 7, tête de la corne postérieure (noyau sensitif du trijumeau, racine ascendante du trijumeau); 8, noyau antérieur de l'acoustique; 9, tête de la corne antérieure (noyau antérieur du facial); 10, fibres arciformes; 11, olive; 12, pyramide; 13, ruban de Reil; 14, faisceau longitudinal postérieur; VI, sixième paire; VII, septième paire; VIII, huitième paire des nerfs crâniens. (Les parties motrices sont en rouge, les parties sensitives en jaune).

Les *corps restiformes* ont été longtemps considérés comme la continuation des cordons postérieurs de la moelle. Stilling déjà avait fait remarquer que ces cordons ne se rendent point de la moelle au cervelet, mais au contraire, qu'ils descendent du cervelet dans le bulbe. De fait, les corps restiformes doivent être confondus avec les pédoncules cérébelleux inférieurs. Ce sont là deux noms différents qui désignent un même organe. En attei-

gnant le bulbe, leurs fibres s'infléchissent en avant et se dissocient en une sorte d'éventail de fibres auquel on a donné le nom de système des fibres arciformes.

Les *fibres arciformes* sont de deux ordres, les unes sont superficielles, les autres profondes.

Les *fibres arciformes profondes* ou *internes* se portent vers le raphé, plongent dans l'épaisseur du bulbe et s'entrecroisent sur la ligne médiane où elles contribuent à constituer le raphé du bulbe. Dans leur marche, elles découpent comme dans une dentelle les diverses formations qu'elles rencontrent, corps olivaires et juxtaolivaires, colonnes grises provenant des cornes antérieures et postérieures de la moelle, racine ascendante du trijumeau, de façon à contribuer à la formation d'un vaste réseau connu sous le nom de *formation réticulée du bulbe.* Sur les fibres de ce réseau on rencontre de petits noyaux ganglionnaires.

Les *fibres arciformes superficielles* ou *externes* se détachent de la partie superficielle et externe des corps restiformes; de là elles se portent en avant en contournant la face latérale du bulbe, où elles passent d'abord entre les filets radiculaires des nerfs mixtes, puis croisent le faisceau latéral, l'olive et la pyramide antérieure pour atteindre le sillon médian antérieur. Là, elles s'enfoncent dans ce sillon et disparaissent dans la profondeur du bulbe en s'entrecroisant, comme les fibres arciformes profondes, sur la ligne médiane avec les fibres homologues du côté opposé. Ces fibres forment un ruban plus ou moins volumineux et constituent le *statum zonale* d'Arnold; dans certains cas, ce dernier est constitué par quelques fibres éparses et arquées qui embrassent l'extrémité inférieure de l'olive; d'autres fois il constitue une nappe serrée qui recouvre presque toute l'olive. Il n'est pas rare d'en voir un certain nombre s'arrêter au sillon pré-olivaire par où elles pénètrent dans le bulbe; d'autres fois les fibres supérieures se groupent en un faisceau particulier qui passe au-devant de la base des pyramides et constitue l'*avant-pont*, ainsi appelé parce que ce ponticule précède un autre pont autrement considérable, le pont de Varole.

Sur le trajet de ces fibres arciformes corticales sont aussi disséminés de petits amas de substance grise que l'on a appelés *noyaux arciformes.* Quelques-uns constants par leur siège à la partie antérieure et interne de la pyramide antérieure et plus volumineux que les autres portent le nom de *noyaux prépyramidaux* (fig. 65).

Où aboutissent les fibres arciformes? Deiters, Clarke, Meynert croient que ces fibres, après avoir contracté des relations encore mal connues avec l'olive du côté correspondant pour les fibres arciformes profondes, du côté opposé pour les fibres arciformes superficielles, iraient de là dans les noyaux de Goll et de Burdach. Sappey, au contraire, pense qu'elles réunissent les corps restiformes des deux côtés, et que par l'intermédiaire de ces corps elles monteraient dans le cervelet. Dans cette opinion, les fibres arciformes seraient des fibres en anses réunissant l'un à l'autre les deux pédoncules cérébelleux inférieurs, mais c'est là, il faut le dire, une pure hypothèse. Edinger, de son côté, estime que les fibres arciformes profondes, après s'être entrecroisées entre les pyramides et les olives, se continuent avec le ruban de Reil.

Outre ces fibres cérébelleuses, le corps restiforme contient : 1° des fibres venant du faisceau cérébelleux direct ; 2° du noyau du faisceau de Burdach ; 3° du noyau du faisceau de Goll des deux côtés ; 4° de l'olive inférieure du côté opposé (Bechterew).

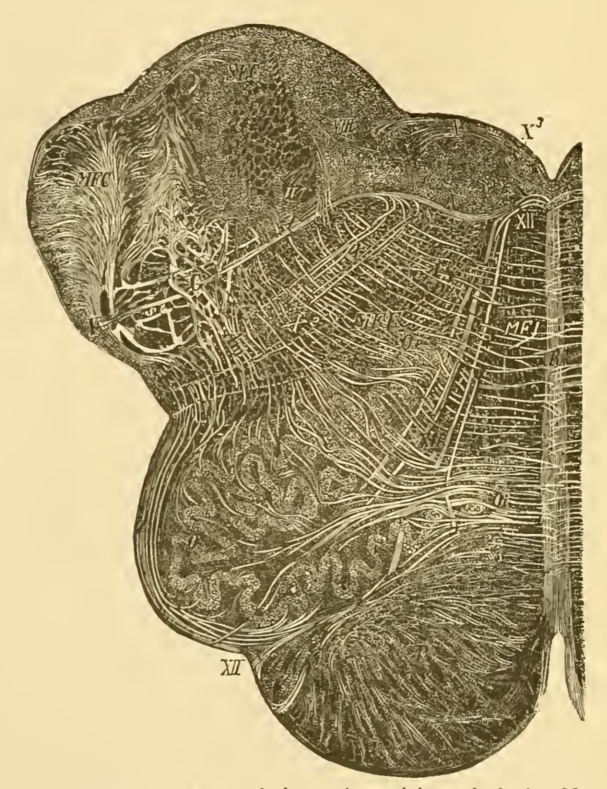


Fig. 67. — Coupe transversale de la partie supérieure du bulbe (Meynert).

P, pyramide ; O, olive ; Oi, corps para-olivaire interne ; Oe, corps para-olivaire externe ; Z, fibres zonales ; Am, As, fibres arciformes ; MFC, segment externe, et SFC, segment interne du pédoncule cérébelleux ; VIII, fibres du nerf acoustique ; X^1, fibres du nerf vague ; X^2, noyau antérieur du vague ; X^3, noyau postérieur du vague et *eminentia teres* ; X^4, fibres radiculaires postérieures du vague ; XII fibres de l'hypoglosse ; R, raphé du bulbe ; MFJ, substance réticulée et restes du cordon latéral ; G, substances et restes du cordon postérieur.

Les *parties grises* qu'on trouve dans le bulbe, et qui ne sont pas représentées dans la moelle sont : *a*, le *noyau de la pyramide postérieure*, *noyau des cordons grêles* ou *post-pyramidaux*, et *b*, le *noyau du cordon cunéiforme* ou *noyau des corps restiformes*, tous les deux détachés des cornes grises, au moment où les cordons postérieurs vont s'entrecroiser. — *c*, les *noyaux pyramidaux*, constitués par un petit amas variable de matière grise à la partie antéro-interne des pyramides antérieures ; — *d*, les *noyaux olivaires* et *juxta-olivaires*.

Du noyau de Goll partent des fibres qui montent dans le cervelet par l'intermédiaire des pédoncules cérébelleux inférieurs et d'autres fibres qui vont au ruban de Reil et aux fibres arciformes. Du noyau de Burdach se dégagent des trousseaux de fibres qui vont s'unir à celles du faisceau latéral profond pour constituer avec elles le ruban de Reil, et d'autres qui se rendent à l'olive.

L'*olive* est formée par une portion blanche corticale qui appartient au cordon latéral; — par une lame grise intermédiaire plissée sur elle-même, *corps denté* ou *rhomboïdal de l'olive*, de façon à représenter une bourse oblongue ouverte à son extrémité interne, *hile de l'olive* (0. fig. 67); par un noyau blanc central dont les fibres appartiennent en grande partie au système des fibres arciformes. — Le corps dentelé de l'olive est constitué par une grande quantité de petites cellules multipolaires. Les fibrilles qui en émanent vont se rendre à l'olive du côté opposé en traversant le raphé, ou bien remontent vers la protubérance en formant un faisceau que Lenhosseck appelle *pédoncule de l'olive*. Ce faisceau, que Bechterew de son côté nomme *faisceau central de la calotte*, monte vers la protubérance en longeant le pédoncule cérébelleux supérieur correspondant, passe au côté interne des noyaux rouges et va aboutir sur la paroi du troisième ventricule. Certaines fibres de l'olive iraient même se rendre, selon Schrœder van der Kolk, au noyau de l'hypoglosse et à celui du facial, mais ce sont là des relations qui ont besoin d'être mieux établies. Enfin, de la surface de l'olive émanent des fibres rayonnantes dont l'ensemble constitue ce que l'on a appelé la *toison de l'olive*. — Les *noyaux para* ou *juxta-olivaires*, *noyaux olivaires accessoires*, au nombre de deux, sont placés l'un en dedans, l'autre en dehors de l'olive. Le *noyau juxta-olivaire interne*, *grand noyau pyramidal de Stilling* (15 fig. 65), est représenté par une lame grise coudée, dont l'ouverture regarde le corps olivaire; — le *noyau juxta-olivaire externe* (10 fig. 65) est formé d'une baguette grise, fusiforme (sur une coupe), placé de champ en dehors de l'olive.

Vaisseaux du bulbe. — Duret a divisé les artérioles qui se rendent au bulbe, en : 1° *artères radiculaires*, destinées aux racines : ces artérioles qui viennent des vertébrales et des cérébelleuses inférieures se bifurquent, l'un des rameaux accompagne les racines des nerfs dans son trajet intra-bulbaire et jusqu'à son noyau d'origine; l'autre accompagne les racines vers la périphérie; — 2° en *artères médianes*, dont les unes, *médianes antérieures*, naissent des vertébrales et de la spinale antérieure, pénètrent dans le sillon médian antérieur, traversent l'épaisseur du bulbe, se divisent en arborisations sous le plancher du quatrième ventricule et se rendent principalement aux noyaux des nerfs (*artères des noyaux* de Duret); les autres, *médianes postérieures*, viennent des spinales correspondantes et se rendent principalement dans la substance grise du plancher du quatrième ventricule; — 3° en *artères périphériques* enfin, qui vont aux pyramides, à l'olive et aux corps restiformes.

Les *veines* du bulbe peuvent être divisées comme les artères en médianes et radiculaires. Elles se rendent dans un plexus qui entoure le bulbe et la protubérance, et de ce plexus partent des rameaux qui se jettent dans les sinus voisins.

Fonctions du bulbe rachidien. — Les pyramides antérieures sont motrices, de même que les faisceaux pyramidaux de la moelle dont elles ne sont qu'une continuation. Leur destruction donne lieu à de la paralysie du mouvement.

La lésion des cordons postérieurs dans le bulbe (pyramides sensitives de Sappey et Mathias-Duval) détermine une hémianesthésie croisée et l'impulsion rotative en manège (Laborde), dernier effet qui ne leur appartient probablement pas en propre, mais doit être rapporté aux pédoncules cérébelleux supérieurs qui leur sont connexes.

Le faisceau intermédiaire du bulbe ou sous-olivaire, est une partie du cordon pyramidal croisé qui échappe à la décussation. Il est moteur.

La lésions des pyramides postérieures donne lieu à la désharmonie des mouvements, à l'incoordination motrice, de même que celle qu'on voit après la section des cordons postérieurs de la moelle (Laborde).

La lésion de l'olive détermine des mouvements de rotation et de déséquilibration (Magendie), mais ces phénomènes n'appartiennent pas en propre aux corps olivaires (Laborde). Quant à être l'organe coordinateur de la fonction du langage (Schrœder van der Kolk), c'est là de la fantaisie.

Les corps restiformes sont doués d'excitabilité sensitive et excito-motrice ; ils appartiennent en propre au cervelet dont ils constituent les pédoncules inférieurs. Aussi ne dégénèrent-ils pas dans la génération ascendante des cordons postérieurs de la moelle. Leur lésion expérimentale provoque des phénomènes moteurs caractéristiques des lésions cérébelleuses, c'est-à-dire des phénomènes d'entraînement, de rotation, et en général de déséquilibration motrice.

L'action est *croisée* dans le bulbe. Le croisement a lieu dans le bulbe lui-même pour les fibres motrices du corps (pyramides), dans la protubérance pour les fibres motrices de la face. Ce qui permet d'expliquer les *paralysies alternes*. La liaison des noyaux des nerfs bulbaires d'un côté avec les noyaux similaires du côté opposé, rend compte d'autre part, de la synergie et du synchronisme des mouvements de la face (clignement) réflexe des paupières, etc.), et fait comprendre pourquoi une section sagittale du bulbe anéantit ce synchronisme. Mais ni la section transversale demi-latérale du bulbe (Vulpian et Philippeaux), ni l'atrophie complète de l'une ou des deux pyramides antérieures n'abolit pas *complètement* la motricité correspondante (Vulpian). *Tous* les conducteurs du mouvement ne sont donc pas compris dans les faisceaux pyramidaux.

Il n'y a pas non plus entrecroisement complet des conducteurs sensitifs, car la section sagittale du bulbe n'abolit pas *complètement* la sensibilité, pas plus que dans la demi-section transversale. La voie motrice et la voie sensitive dans le bulbe n'est donc ni complètement directe ni complètement croisée.

Dans le bulbe, la substance grise se trouve anatomiquement isolée en noyaux distincts qui sont des centres réflexes particuliers, analogues à ceux que l'on a déterminés dans la moelle. Ces centres réflexes président au fonctionnement des nerfs bulbaires qui en partent, et les données de l'anatomo-pathologie sont sur ce point pleinement d'accord avec les faits anatomiques.

Ainsi les masses grises désignées sous le nom de noyau du facial sont le vrai foyer des actions réflexes du nerf facial (Vulpian et Philippeaux).

Les altérations pathologiques de l'*eminentia teres* (noyau de l'oculo-moteur externe) se traduisent par la paralysie du muscle droit externe d'un œil avec inaction conjuguée du muscle droit interne de l'autre œil ; paralysie du moteur oculaire externe avec déviation conjuguée de l'œil du côté opposé à la paralysie ; déviation conjuguée des yeux (Graux, *Thèse de Paris*, 1878). Ce fait s'explique par l'union du noyau de la sixième paire d'un côté avec le noyau de la troisième paire du côté opposé (Mathias Duval). Pour les mouvements conjugués de latéralité le muscle droit interne est donc animé par l'oculo-moteur commun correspondant, mais aussi par l'oculo-moteur externe du côté opposé.

C'est le bulbe qui coordonne les mouvements de l'expression mimique et parlée (association fonctionnelle des nerfs hypoglosse, facial et masticateur); c'est lui qui commande la vision binoculaire (association des VIe et IIIe paire à la façon du double guide des chevaux accouplés en attelage). Par la racine descendante de la Ve paire, il est le

centre de la sensibilité de la face. Mais par leur groupement et leurs connexions, les noyaux gris du bulbe président à autre chose qu'à de simples réflexes localisés dans tel ou tel nerf bulbaire ; ils président encore à l'association des divers actes de sensibilité et de mouvements destinés à assurer l'accomplissement d'importantes fonctions, telles la *mastication* et la *succion*, la *déglutition*, l'*occlusion des paupières*, la *phonation;* tels encore les mouvements automatiques *respiratoires* (nœud vital de Flourens), *phrénateurs du cœur* par suite de l'excitation du pneumogastrique très probablement, car après la destruction des noyaux des nerfs mixtes le phénomène n'a plus lieu. On a de plus placé dans le bulbe un *centre vaso-moteur* général, et divers *centres sécrétoires*, salivaire, sudoral, glycosurique, polyurique, albuminurique. Le fait est que la piqûre du plancher du quatrième ventricule entre les tubercules de Wenzel (origine des nerfs acoustiques) donne lieu a un diabète temporaire, et que si l'on pique un peu plus bas on obtient de la polyurie simple et que si la piqûre, au contraire, porte plus haut, on détermine de l'albuminurie, plus haut encore (à la partie la plus large du plancher) de la salivation.

Le *centre respiratoire bulbaire* est placé près de ceux des nerfs moteurs de la langue (hypoglosse), des lèvres (noyau inférieur du facial) et des fibres cardiaques du spinal et du pneumogastrique. La *paralysie labio-glosso-laryngée* frappe successivement ces centres jusqu'à ce qu'elle tue le malade dans des accès de suffocation et de syncope.

Les *voies centripètes* du réflexe respiratoire ce sont les nerfs pulmonaires (pneumogastrique) et cutanés sensitifs ; les *voies centrifuges*, ce sont les nerfs moteurs des muscles respiratoires, et en particulier le nerf phrénique.

La piqûre au niveau de la pointe du calamus (nœud vital de Flourens) arrête immédiatement la respiration (foyer du mécanisme respiratoire) et produit une mort instantanée chez les animaux à sang chaud, à moins qu'on entretienne la vie par la respiration artificielle. La section du bulbe au-dessous du nœud vital abolit les mouvements respiratoires du tronc et laisse subsister ceux de la face (mouvement des naseaux chez le cheval, etc.); la section au-dessus du nœud vital abolit les mouvements respiratoires de la face et laisse subsister ceux du tronc. Le *centre inspirateur* entre en jeu par l'excitation des nerfs sensitifs cutanés et pulmonaires, par l'accumulation de CO^2 dans le sang (dyspnée), par la diminution d'O; il est au contraire paralysé par une excitation très forte des nerfs sensitifs et en particulier des nerfs du cœur (excitation de l'endocarde, Fr. Franck) par l'excès d'O (apnée) ou de CO^2 (asphyxie) dans le sang. Son action est intermittente et soumise en partie à l'influence de la volonté.

S'il est vrai qu'il existe d'autres centres respiratoires automatiques échelonnés dans la moelle capables d'amener le retour des mouvements respiratoires spontanés et rythmés, après section du bulbe et respiration artificielle pendant un certain temps (Wertheimer, Legendorff), le centre respiratoire de Flourens et Legallois n'est plus qu'un simple centre d'arrêt ou d'inhibition, ou un centre respiratoire principal. Mais Laborde (*Soc. de biologie*, 1889) a contesté ces résultats (1).

(1) Pour Flourens, Volkmann, Knoll, Laborde, Fredericq, etc., la fonction respiratoire est gouvernée par un centre unique qui siège dans le bulbe ; pour Brown-Séquard, Langendorff, Wertheimer, Mosso, Grossmann, etc., elle a plusieurs centres échelonnés dans le bulbe et la moelle épinière.

De ses recherches A. Bienfait (*Rech. sur la Physiol. des centres respiratoires*, Arch. de Biologie de Van Berreden, 1892), conclut que : 1° les centres respiratoires médullaires sont impuissants à produire et à gouverner la fonction respiratoire, alors qu'ils sont séparés des centres respiratoires principaux ; 2° le centre respiratoire bulbaire exerce une action excitante et non pas inhibitrice sur les centres respiratoires médullaires ; 3° le centre respiratoire bulbaire, isolé par deux sections transversales des centres respiratoires accessoires (centre facial, centre phrénique, centre des muscles inspirateurs), peut fonctionner seul et présider aux mouvements respiratoires de la glotte.

Selon Brown-Séquard (*Arch de Physiologie*, n° 1, p. 131, 1893) la respiration dépend d'éléments nerveux centraux qui se trouvent échelonnés dans toute la base de l'encéphale et dans la moelle épinière.

C'est de la moelle allongée que part le *nerf accélérateur* du cœur, qui gagne l'organe par le sympathique en passant par les rameaux communicants des nerfs cervicaux inférieurs et des six premiers dorsaux (Stricker). L'excitation de ce nerf ou de son centre bulbaire, accélère les battements du cœur, sans qu'il se produise de modifications dans la pression artérielle (Cl. Bernard, Von Bezold, Schmiedeberg, Cyon), à la condition de détruire préalablement l'action des vaso-constricteurs contenus également dans le sympathique cervical en coupant les splanchniques (Landois).

Les *nerfs vaso-constricteurs* ont leur foyer général dans le bulbe (Ludwig et Thiry). L'excitation de ce foyer rétrécit toutes les artères, et par suite provoque l'élévation de la pression sanguine. La veinosité du sang (excès d'acide carbonique) l'excite et toutes les artères se contractent. C'est ce qui explique que les veines et le cœur se gorgent de sang pendant l'asphyxie, et qu'après la mort les artères soient vides. C'est ce qui explique aussi l'arrêt des hémorrhagies par émotion morale et syncope.

Une partie des fibres vaso-constrictives de l'*œil* passent par le trijumeau, celles de la *langue* par le lingual et le grand hypoglosse, la plupart des fibres de la *tête*, y compris celles des *artères cérébrales*, par le sympathique cervical, celles du membre supérieur par le premier ganglion thoracique, et c'est aussi par ce ganglion que passent la plupart des vaso-constricteurs des poumons (Brown-Séquard, Fick, etc). Les nerfs splanchniques, qui innervent les *viscères abdominaux*, sont les plus importants des vaso-constricteurs (Von Bezold, Ludwig et Cyon). Ces fibres ont une action considérable à la fois sur la *température* et sur les *battements du cœur*, puisque leur excitation vive rétrécit les canaux artériels et produit l'ischémie, tandis que leur paralysie provoque la congestion locale, l'élévation de la température, l'abaissement de la pression sanguine et consécutivement des battements cardiaques petits, lents et laborieux.

Nous savons qu'au-dessous du centre vaso-constricteur bulbaire d'ordre supérieur, il existe des autres subordonnés situés dans la moelle (Voy. Moelle épinière, p. 91). Sur ce centre le *cerveau* exerce une certaine influence, puisque l'effroi, l'angoisse, etc., produisent une pâleur subite de la face et un frissonnement de tout le corps.

L'*excitation pathologique* du centre vaso-moteur bulbaire peut amener l'*artériospasme cutané* (Nothnagel), qui peut aller jusqu'à la gangrène (Weiss) ; l'*hémicranie sympathico-tonique* (Dubois-Reymond) accompagnée de pâleur et de refroidissement de la moitié correspondante de la face et de salivation. La paralysie de ce centre peut, au contraire, produire les *taches cérébrales de Tousseau* et l'*hémicranie sympathico-paralytique* (Eulenburg). Peut-être la *maladie de Basedow* n'est-elle que la conséquence de la paralysie vaso-motrice des petites artères de l'orbite, du corps thyroïde et des fibres modératrices du nerf vague. L'*angine de poitrine vaso-constrictive* (Landois), nombre de *congestions viscérales soudaines*, le frisson et la pâleur de la peau dans la *fièvre* s'expliquent par l'excitation vive ou la paralysie des vaso-moteurs.

A côté du centre vaso-constricteur, il y a dans la moelle allongée, un *centre vaso-dilatateur*. Le sang dyspnéique, la nicotine, excitent vivement ce centre dont les effets se traduisent par la dilatation des vaisseaux. Les nerfs vaso-dilatateurs de la région bucco-faciale proviennent en partie directement de la moelle allongée par l'intermédiaire du trijumeau (Jolyet et Lafont, Vulpian) ; les vaso-dilatateurs de la glande sous-maxillaire, de la glande sublinguale et ceux de la partie antérieure de la langue sont contenus dans la corde du tympan (Vulpian).

Les *émotions* (influence cérébrale) agissent puissamment sur le centre vaso-dilatateur. La rougeur de la honte est probablement le résultat de l'excitation de ce centre. Par les nerfs vaso-dilatateurs, le même centre exerce une action manifeste sur la *température du corps*. Au-dessous de ce centre vaso-dilatateur général, il existe dans la moelle des centres subordonnés du même ordre (Voy. Moelle épinière, p. 87).

Enfin, la moelle allongée contient un *centre convulsif général* qui peut être excité par la veinosité du sang (convulsions asphyxiques) ou par anémie brusque du bulbe.

La *physiologie pathologique* a démontré également à son tour que plusieurs affections bien déterminées dans le cadre nosologique, ont leur origine dans la lésion des noyaux gris bulbaires. Telle est cette singulière affection découverte par Duchenne (de Boulogne) que Trousseau a appelé *paralysie glosso-labio-laryngée*, — qui est caractérisée primitivement par l'atrophie du noyau de l'hypoglosse. Cette paralysie d'ordre bulbaire qui envahit successivement la langue, le voile du palais, les lèvres, le larynx, et se termine par des troubles respiratoires et cardiaques, peut être confondue avec une paralysie glosso labiée cérébrale qui se distingue de la première par des symptômes cérébraux, la conservation des réflexes, l'absence d'atrophie musculaire et la conservation de la contractilité électrique. Les noyaux bulbaires peuvent aussi être atteints consécutivement dans l'atrophie musculaire progressive, dans la sclérose latérale amyotrophique. En raison du siège des noyaux d'origine des nerfs qui président à la respiration après la circulation, on conçoit que les hémorrhagies du bulbe, pour peu qu'elles soient un peu considérables, déterminent fréquemment la mort subite. Les troubles de la parole, de la phonation, de la déglutition, de la respiration, etc., s'expliquent par la lésion de ces noyaux. Les lésions du bulbe déterminent aussi des troubles de sécrétion rénale : polyurie, albuminurie, glycosurie, mais les lésions cérébrales peuvent donner lieu à ces mêmes symptômes qui sont seulement un peu plus transitoires dans ce dernier cas.

L'importance capitale des fonctions auxquelles le bulbe préside (respiration, circulation, etc.) rend compte de la gravité immédiate de l'hémorrhagie bulbaire. Il y a apoplexie, la respiration et la circulation s'embarrassent et le malade meurt subitement par asphyxie ou syncope, d'autres fois, après avoir présenté le phénomène de Cheyne-Stokes, avoir poussé un cri et présenté quelques convulsions épileptiformes.

Des ostéophytes de l'apophyse odontoïde, des déplacements de cette apophyse dans les luxations de la colonne vertébrale peuvent donner lieu à de la compression du bulbe. SOLBRIG, et plus tard, LASÈGUE, ont considéré les déformations du trou occipital, et d'autres de la base du crâne, comme cause de l'épilepsie.

Art. III. — isthme de l'encéphale

L'*isthme de l'encéphale* est cette portion des centres nerveux supérieurs qui relie le cerveau au cervelet et au bulbe rachidien. Il comprend : *a*, la *protubérance annulaire;* — *b*, les *pédoncules cérébraux;* — *c*, les *pédoncules cérébelleux supérieurs*, la *valvule de Vieussens*, et les *rubans de Reil;* — *d*, les *tubercules quadrijumeaux.*

Examiné par sa face inférieure ou antérieure, l'isthme de l'encéphale ne laisse voir que la protubérance annulaire et les pédoncules cérébraux; — observé en arrière, il présente les pédoncules cérébelleux supérieurs, la valvule de Vieussens, les rubans de Reil et les tubercules quadrijumeaux.

§ I. — Protubérance annulaire.

La *protubérance annulaire*, pont de *Varole* ou *mésocéphale* de Chaussier, est une sorte de bourrelet blanc transversal en forme de demi-anneau, intermédiaire au bulbe et aux pédoncules cérébraux qui la limitent en bas et en haut, et situé entre les hémisphères cérébelleux de chaque côté. — Le volume de la protubérance annulaire est toujours en rapport avec le volume des hémisphères du cervelet, — et en conséquence le pont de Varole est d'autant plus gros que l'on s'élève dans la série animale. Son poids est de 16 à 17 gr. d'après Krause et Weisbach, environ les 15 millièmes de l'encéphale. Danielbekoff a trouvé 13/1000e chez les nouveau-nés, Boyd 15 à 16 °/°° chez l'adulte. — Elle est très réduite chez les Rongeurs et disparaît chez les Sauropsides et les Poissons, dont le cervelet n'a pas de lobes latéraux. On lui considère six faces :

1° Une *face antérieure* (5, fig. 53), libre, convexe et arrondie (*nœud de l'encéphale*, Sœmmerring) qui regarde en bas et en avant et repose sur la gouttière basilaire de l'occipital. — Elle présente un sillon médian antéro-postérieur, *sillon basilaire*, dans lequel se loge le tronc basilaire; — de chaque côté de ce sillon, deux saillies parallèles dues au soulèvement des fibres annulaires de la protubérance par les pyramides antérieures qui la traversent; — plus en dehors l'origine apparente des nerfs trijumeaux. — Sur toute cette face, on voit des fibres blanches transversales qui se ramassent de chaque côté pour pénétrer dans les hémisphères correspondants du cervelet sous la forme d'un gros cordon, les *pédoncules cérébelleux moyens*.

Quelques-unes des fibres les plus inférieures du pont de Varole se groupent en un petit ruban arqué, *ruban de Foville,* dont les extrémités se portent vers l'émergeance du nerf facial.

2° Une *face postérieure* (fig. 54) qui fait partie du plancher du quatrième ventricule et se continue avec la face correspondante du bulbe rachidien. — Elle a la forme d'un triangle, dont le sommet tourné en haut est placé au niveau de l'orifice inférieur de l'aqueduc de Sylvius, et dont les côtés

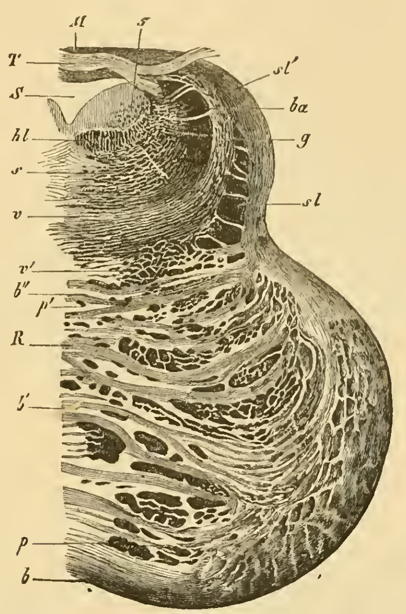


Fig. 68. — Coupe transversale de la protubérance annulaire, à la hauteur des racines du nerf pathétique (Stilling).

M, voile médullaire antérieur; T, racines du pathétique; S, aqueduc de Sylvius; 5, noyau du trijumeau; hl, v, v, sl, prolongements des cordons antérieurs; hl, faisceau longitudinal postérieur; V, V, restes du cordon antérieur, sl, fibres transversales du pont de Varole; s, substance réticulée et restes du cordon latéral; g, substance gélatineuse et prolongements du cordon postérieur; ba, pédoncule cérébelleux supérieur; R, raphé de la protubérance; b, b', b'', fibres transversales superficielles moyennes et profondes; de p, à p', faisceaux pyramidaux; de V à hl, calotte pédonculaire.

sont formés par les pédoncules cérébelleux supérieurs. Sur la ligne médiane elle présente un sillon qui fait suite à celui du calamus et de chaque côté duquel on trouve deux saillies peu accusées, formées par les faisceaux longitudinaux postérieurs du bulbe, que l'on peut considérer comme la prolongation dans le bulbe et la protubérance des faisceaux principaux antérieurs de la moelle, ainsi qu'une dépression légère, appelée *fovea superior* (14, fig. 83), au-dessus de laquelle on voit une tache grisâtre, le *locus cœruleus* (12, fig. 83).

3° Une *face supérieure* qui se confond avec les pédoncules cérébraux, et dont la partie antérieure forme un bord, *bord antérieur de la protubérance*, séparé du bulbe par un sillon, *sillon pédonculo-protubérantiel.*

4° Une *face inférieure*, qui se continue avec la base du bulbe et dont la sépare en avant un sillon analogue au précédent, *sillon bulbo-protubérantiel.*

En haut les fibres annulaires de la protubérance embrassent comme dans un demi-collier chaque pédoncule cérébral, et en bas elles se comportent d'une façon analogue par rapport aux pyramides antérieures du bulbe.

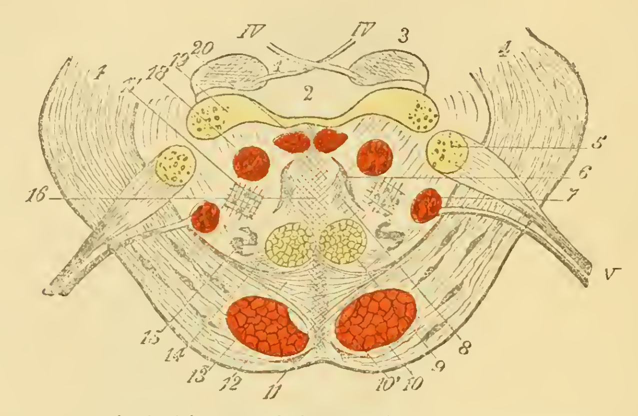


Fig. 69. — Coupe à demi-schématique de la protubérance pour montrer sa structure.

1, valvule de Vieussens; 2, cavité du 4e ventricule; 3, pédoncule cérébelleux supérieur; 4, 4, pédoncule cérébelleux moyen; 5, colonne sensitive antérieure ou tête des cornes postérieures (noyau sensitif, racine ascendante du trijumeau); 6, cloison du champ réticulaire; 7, tête de la corne antérieure, colonne motrice antérieure (noyau propre ou inférieur du facial); 8, réseau central; 9, ruban de Reil (continuation du cordon postérieur de la moelle); 10, pyramide; 10', faisceau géniculé; 11, noyau réticulé ou pré-pyramidal; 12, stratum superficiel ou zonale; 13, stratum profundum; 14, corps trapézoïde; 15, olive protubérantielle; 16, septum ou raphé médian; 17, réseau latéral; 18, base de la corne antérieure, colonne motrice postérieure (noyau des VIe et VIIe paires); 19, tête des cornes postérieures, colonne sensitive postérieure (noyau dorsal de l'acoustique); 20 faisceau longitudinal postérieur (cordon antérieur de la moelle prolongé); IV, 4e paire; V, 5e paire. (Les parties motrices sont en rouge, les parties sensitives en jaune).

5° Deux *faces latérales* (4, fig. 69), qui se confondent avec l'origine des *pédoncules cérébelleux moyens.* — Ces pédoncules s'enfoncent dans les hémisphères du cervelet où ils vont se perdre; — ils sont limités en bas par le lobule du pneumogastrique et par l'émergence des nerfs acoustiques.

Constitution de la protubérance annulaire. — La *protubérance* est formée de fibres nerveuses et de cellules nerveuses éparses. — C'est une sorte de nœud dans lequel convergent les fibres venues du cervelet et celles qui passent du bulbe dans les pédoncules cérébraux ou de ces derniers dans le bulbe (fig. 68 et 69).

Les *fibres transversales* qui forment l'écorce de la protubérance, le pont proprement dit, se rendent en grande partie dans les pédoncules cérébelleux moyens. — Ce sont donc des fibres commissurales qui vont d'un hémisphère cérébelleux à l'autre. Quelques faisceaux émanés des pédoncules cérébelleux moyens s'entrecroisent sur la ligne médiane avec ceux du côté opposé, donnent lieu à un raphé médian, *raphé médian de la protubérance*, et se terminent dans les masses grises de l'organe; d'autres, après s'être entrecroisés, s'infléchissent en haut et montent dans les pédoncules cérébraux. — Ces fibres horizontales semi-annulaires et obliques recouvrent les fibres longitudinales qui réunissent le bulbe aux pédoncules cérébraux, et s'entrecroisent avec elles en formant plusieurs plans successifs, — un superficiel, *stratum zonale* ou *superficiale* qui recouvre les deux faisceaux pyramidaux, un second plan, *stratum profondum*, qui sépare les pyramides des rubans de Reil, et à la partie supérieure de la protubérance enfin, un troisième plan, *stratum complexum*, qui dissocie les faisceaux cérébraux. C'est cette dissociation qui donne lieu à la *formation réticulaire* de la protubérance qui se continue du reste avec celle du bulbe. Entre les olives protubérantielles ou supérieures, il existe enfin un système de fibres qui enveloppent et recouvrent les noyaux olivaires et s'entrecroisent sur la ligne médiane en arrière des pyramides. C'est à ce système de fibres qui uniraient entre eux les noyaux des nerfs acoustiques et les olives aux noyaux du toit du cervelet et du moteur oculaire externe, qu'EDINGER a donné le nom de *corps trapézoïde*.

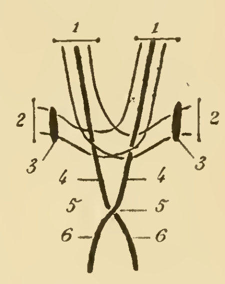


Fig. 70. — Trajet des fibres dans la protubérance annulaire.

1, pédoncule cérébral; 2, pédoncule cérébelleux moyen; 3, noyau de la protubérance; 4, pyramide antérieure; 5, entre-croisement des pyramides antérieures; 6, faisceau pyramidal croisé du cordon latéral (Gegenbaur).

Les *fibres* longitudinales sont groupées en trois faisceaux.

1° Un *faisceau antérieur* qui contient les fibres moyennes du pied du pédoncule cérébral et se continue avec les fibres superficielles (motrices) des pyramides antérieures du bulbe, et plus loin avec celle du faisceau pyramidal de la moelle du côté opposé. A son côté postéro-interne chemine le faisceau cortico-protubérantiel que BRISSAUD a appelé *faisceau géniculé*; — 2° un *faisceau moyen*, *ruban de Reil*, qui contient les fibres de la calotte du pédoncule cérébral et se continue avec la partie postérieure sensitive des pyramides antérieures, et plus bas encore avec le cordon postérieur de la moelle du côté opposé; 3° un faisceau, *faisceau longitudinal postérieur*, qui longe le plancher du quatrième ventricule dont il est séparé par un plan de fibres transversales et se continue avec le cordon antérieur de la moelle, et qui constitue par conséquent un faisceau commissural longitudinal jouant par rapport aux noyaux bulbo-protubérantiels le même rôle que le faisceau principal du cordon antérieur de la moelle joue par rapport aux divers étages des cornes antérieures. Une partie des fibres de ce faisceau qui se prolonge en suivant les pédoncules cérébraux jusque dans la commissure blanche postérieure (Voy. CERVEAU), s'entrecroisent avec leurs congénères du côté opposé et unissent entre eux

les noyaux des nerfs moteurs de l'œil et les masses grises de l'aqueduc de Sylvius (Jakovenko). Chaque faisceau vertical est séparé de son voisin par un plan de fibres transversales, stratum zonale et stratum profundum.

La *substance grise de la protubérance* se trouve isolée en petits îlots, *noyaux de la protubérance*, entre les diverses couches blanches que nous venons d'énumérer. L'un de ces noyaux, — au niveau du tiers inférieur d'avec le tiers moyen de la protubérance — plus volumineux et situé près du raphé porte le nom de *noyau réticulé* du pont de Varole. A un niveau un peu plus élevé, au tiers supérieur de la protubérance, on en voit un autre appelé *noyau central* du pont. A ces deux noyaux viennent se rendre des fibres des faisceaux radiculaires du cordon antéro-latéral de la moelle. On y trouve en outre la suite des cornes postérieures de la moelle (5, 7, 18, 19, fig. 69), qui donnent naissance à la racine sensitive du trijumeau, et en dedans et un peu en avant un amas gris composé de grosses cellules multipolaires qui représentent la tête des cornes antérieures de la moelle : c'est le noyau d'origine de la racine motrice du trijumeau. De chaque côté du raphé et près de la surface du sinus rhomboïdal on trouve divers autres noyaux gris : le noyau du facial et de l'oculo-moteur externe, le noyau propre du facial en dedans duquel on aperçoit un amas jaunâtre contourné en *S* italique constituant l'*olive supérieure* ou *protubérantielle* (15, fig. 60) qui est un ganglion de l'appareil acoustique (voy. PLANCHER DU QUATRIÈME VENTRICULE, p. 154).

La figure 71 qui représente une coupe sagittale, idéale du bulbe et de la protubérance, permet de voir d'un seul coup-d'œil les différents noyaux gris bulbo-protubérantiels, qui ne sont, nous l'avons dit, que la substance grise de la moelle prolongée et les origines des nerfs crâniens.

Les *vaisseaux de la protubérance* ont à peu près la même disposition que dans le bulbe. — Les *artères* protubérantielles et sus-protubérantielles naissent du tronc basilaire et de sa bifurcation supérieure; les sous-protubérantielles viennent des vertébrales. — Toutes ces artères s'enfoncent dans la protubérance jusqu'au plancher du quatrième ventricule, où elles s'épanouissent en branches terminales. — Les *veines* ont une disposition analogue, mais elles ne suivent pas régulièrement le trajet des artères et forment à la surface de la protubérance un plexus, d'où partent des veines efférentes qui vont se jeter dans les veines basilaires, les veines cérébelleuses ou les sinus voisins.

Fonctions de la protubérance annulaire. — L'*excitation profonde* de la protubérance amène la douleur et des convulsions générales épileptiformes.

Comme *conducteur*, les lésions unilatérales de la protubérance produisent une paralysie croisée, mais il peut en même temps y avoir paralysie faciale directe. Cette *paralysie alterne* s'explique par ce fait que la lésion atteint le nerf facial audessous de son entrecroisement qui se fait dans la protubérance même.

Un animal à qui on a enlevé les hémisphères cérébraux, le cervelet et les tubercules quadrijumeaux, c'est-à-dire auquel on n'a laissé que la protubérance et le bulbe, peut encore se tenir en équilibre, et marcher si l'on a conservé le cervelet. La protubérance contient donc le *centre des mouvements de locomotion*. De même, l'animal qui a conservé sa protubérance après ablation de toutes les parties de l'encéphale situées audessus continue à manifester par des *cris plaintifs* et bien différents des cris purement réflexes qu'il pousse encore lorsqu'on le pince énergiquement et qu'il ne possède plus que la moelle et le bulbe. La protubérance est donc le siège du *centre de perception des impressions sensitives générales*, le *sensorium commune*.

L'expression des émotions peut se faire sans la participation du cerveau, comme le prouvent la grenouille qui coasse lorsqu'on lui chatouille le dos, le lapin qui pousse des cris plaintifs lorsqu'on le pince ou le brûle, le rat qui tressaille quand on siffle à son oreille, alors que ces animaux sont privés de leurs hémisphères cérébraux. Le centre de ces expressions émotives est situé dans la protubérance annulaire et les tubercules jumeaux postérieurs.

Le *centre de la sensibilité auditive excito-réflexe simple* (sans participation de la mémoire et de l'intelligence) est situé dans la protubérance. On met le fait en évidence en enlevant le cerveau à un rat et en faisant ensuite, près de cet animal, un bruit qui a l'habitude de l'émouvoir : l'animal, impassible et immobile depuis l'opération, tressaillit à chaque fois qu'on renouvelle le bruit (Vulpian). La protubérance peut donc percevoir des impressions sensitives et y répondre (*phénomènes sensitivo-moteurs*) sans participation de l'idéation, qui, elle, donne lieu à des *phénomènes idéo-moteurs*. Ce centre des mouvements réflexes involontaires, émotionnels, qui succèdent à une impression brusque de l'ouïe, se comprend par la liaison des noyaux de l'acoustique avec les noyaux moteurs des nerfs bulbo-protubérantiels voisins.

La protubérance, au même titre que le bulbe, est donc un *organe de transmission* motrice et sensitive, grâce au passage des pyramides motrices et sensitives qui vont constituer à leur émergence les pédoncules cérébraux. D'autre part l'entrecroisement des pyramides entraîne nécessairement des effets moteurs et sensitifs croisés, mais de plus, une lésion de la protubérance, en lésant les noyaux d'origine des nerfs facial, trijumeau, moteur oculaire externe, en même temps que les faisceaux pyramidaux, peut entraîner à sa suite une paralysie alterne (fig. 12).

L'hémiplégie alterne survient donc dans le cas de lésions protubérantielles avoisinant le bulbe, c'est-à-dire à un niveau où les fibres du facial et de l'hypoglosse sont déjà entrecroisées. Plus haut, les lésions de la protubérance déterminent de l'hémiplégie croisée, y compris la face. Une lésion siégeant sur la ligne médiane peut donner lieu à une paralysie des deux côtés du corps. Les fibres du faisceau cortico-bulbaire et celles du faisceau sensitif peuvent, d'autre part, être atteints isolément. Il en résulte des troubles de l'articulation des mots et différentes formes d'anesthésie.

Mathias Duval et Laborde ont prouvé qu'il existe au niveau du noyau d'origine de la 6e paire un centre d'association des mouvements des yeux pour la vision binoculaire, cela en raison des filets que l'oculo-moteur externe envoie au moteur oculaire commun et au pathétique du côté opposé. La destruction de ce centre détermine de la déviation conjuguée des yeux, et la destruction des noyaux des deux côtés amène du strabisme convergent. — Ces centres sont du reste sous la dépendance d'autres centres plus élevés (Voy. Tubercules quadrijumeaux).

La protubérance est aussi un *centre fonctionnel*. On en a fait (Longet) un centre de perception sensitive, mais l'expérience semble mettre seulement hors de contestation que le pont de Varole, en raison de ses noyaux nerveux d'origine nombreux et de ses connexions complexes, est un centre réflexe très compliqué, un « lieu d'enchaînement et d'association comme le dit Laborde, des mouvements d'attitude et de locomotion, et comme le foyer réflexe (mais non pas conscient) des sensations émotives. »

§ II. — Pédoncules cérébraux.

Les *pédoncules du cerveau* sont deux gros cordons blancs, un peu aplatis de haut en bas, qui s'étendent en divergeant de la face supérieure de la protubérance annulaire jusque dans les couches optiques (P, fig. 52, et 4, fig. 53).

Le volume des pédoncules cérébraux est en raison directe du volume des hémisphères du cerveau et plus considérable que les cordons de la moelle réunis parce qu'ils contiennent de plus des fibres venant des noyaux gris du bulbe, de la protubérance, des tubercules quadrijumeaux, du *locus niger* et des amas gris échelonnés le long de l'aqueduc de Sylvius ; leur longueur est de 15 à 18 millimètres. Aussitôt leur émergence de la protubérance, ils s'écartent l'un de l'autre en se portant vers les hémisphères

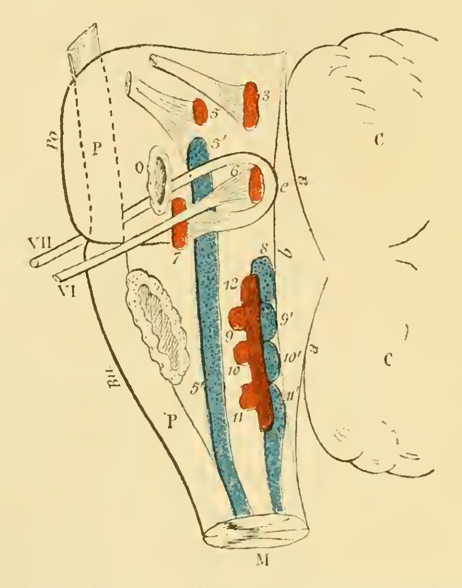


Fig. 71. — Coupe sagittale schématique du bulbe et de la protubérance annulaire pour montrer les noyaux gris bulbo-protubérantiels.

Bu, bulbe ; Po, protubérance annulaire ; — M, moelle épinière ; — P, pyramides antérieures ; — O, olive supérieure ; c, c, cervelet ; — a, a, toit du quatrième ventricule (voiles médullaires antérieur et postérieur) ; — b, plancher du quatrième ventricule ; — e, genou du facial ; — 3, noyau de l'oculo-moteur commun (origine réelle) ; — 5, noyau moteur du trijumeau, et 5', noyau sensitif du même nerf ; — 6, noyau commun à l'oculo-moteur externe et au facial ; — 7, noyau du facial ; — 8, noyau de l'acoustique ; — 9, noyau moteur du glosso-pharyngien, et 9', noyau sensitif du même nerf ; — 10, noyau moteur du pneumogastrique, et 10', noyau sensitif du même nerf ; — 11, noyau moteur du spinal, et 11', noyau sensitif du même nerf ; — VI, nerf oculo-moteur externe ; — VII, nerf facial.

correspondants du cerveau et laissent entre eux un espace triangulaire, *espace interpédonculaire*, remplis en arrière par une lamelle blanche criblée d'un grand nombre de trous vasculaires, *lame perforée interpédonculaire* ou *espace perforé postérieur*. Limité par le chiasma optique, cet espace est occupé en avant par les tubercules mamillaires et le *tuber cinereum*.

Les pédoncules cérébraux présentent : 1° une *face inférieure* libre, et sillonnée longitudinalement. Ces sillons sont la trace au dehors de la consti-

lution fasciculée du pédoncule. Dans certains cas, les sillons sont comme hélicoïdaux, comme si le pédoncule de dehors au dedans avait été tordu sur lui-même. C'est lorsqu'une bande s'échappe de la partie externe du pédoncule et vient se placer à son côté interne en croisant comme une

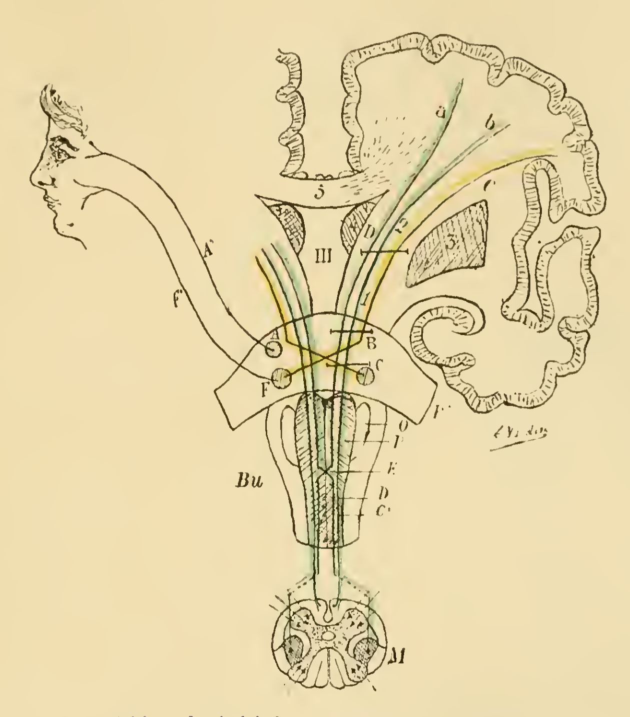


Fig. 72. — Schème destiné à faire comprendre l'hémiplégie alterne.

M, coupe de la moelle épinière. Bu, bulbe rachidien ; P', pont de Varole ; 1, pédoncule cérébral ; 2, capsule interne ; 3, noyau lenticulaire, et 4, noyau caudé du corps strié ; 5, corps calleux ; III, 3e ventricule ; A, noyau bulbaire de l'oculo-moteur externe, A', nerf oculo-moteur externe se rendant à l'œil ; F, noyau bulbaire du nerf facial, et F', nerf facial se rendant aux muscles de la face ; a, faisceau pyramidal croisé ; b, faisceau pyramidal direct ; c, racine cérébrale du nerf facial ; D, interruption des conducteurs dans la capsule interne ; B, interruption des conducteurs dans la protubérance, *au-dessus* de leur entrecroisement (hémiplégie croisée) ; C, interruptions des conducteurs dans la protubérance, *au dessous* de leur entrecroisement (hémiplégie alterne) ; O, olive du bulbe ; P, pyramide ; E, entrecroisement des pyramides au niveau du collet du bulbe ; D', faisceau pyramidal direct ; C, pyramidal croisé.

écharpe (*bandelette en écharpe* de Féré, *tractus transversus pedunculi* de Gudden) sa face inférieure qui présente une série de petits sillons parallèles à l'axe du pédoncule. — 2° Une *face supérieure* qui supporte les tubercules quadrijumeaux et fait corps avec eux. — 3° Une *face interne*, sur laquelle on voit l'origine des nerfs oculo-moteurs communs, et une ligne noire qui répond

au *locus niger* de Vicq d'Azyr. — 4° Une *face externe* embrassée en grande partie par la circonvolution de l'hippocampe, et qui concourt à former la grande fente de Bichat. Cette face est contournée par les bandelettes optiques et par les rubans de Reil. A la partie supérieure, les faces externe et antérieure sont contournées par la bandelette optique et plus profondément par l'*anse pédonculaire* de Gratiolet (11, fig. 52).

La bandelette en écharpe est plus fréquente à gauche, et Brissaud l'a vu aller se jeter directement dans la bandelette optique. Comme il existe des communications du même genre au-dessus du pied du pédoncule, il s'agit là d'une ectopie en quelque sorte des fibres de la bandelette optique. Ce tractus le plus souvent paraît relier la région interpédonculaire aux corps genouillés (Brissaud).

Texture ou constitution des pédoncules. — Une coupe transversale des pédoncules cérébraux permet de se rendre compte de l'architecture de ces gros cordons nerveux. — Sur une coupe de ce genre (fig. 73 et 74) on voit que les pédoncules sont séparés en deux étages blancs superposés par une bande noirâtre, *locus niger* de Sœmmerring (8, fig. 74), et de plus qu'ils sont plus volumineux que les cordons de la moelle réunis. — L'étage inférieur, *pied du pédoncule* (7, fig. 74), est en grande partie formé par un gros faisceau blanc aplati, qui n'est que la prolongation des fibres motrices de la moelle qui ont traversé le bulbe et la protubérance, et qui s'enfoncent dans le cerveau en passant sous la couche optique correspondante, pour passer entre les noyaux lenticulaire et caudé du corps strié où elles s'étalent pour donner lieu à la plus grande partie de la capsule interne, et vont de là se perdre dans la couche corticale des hémisphères.

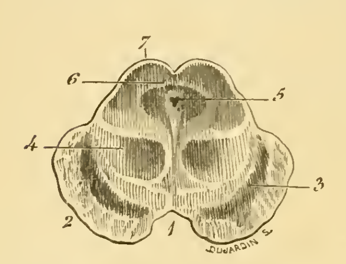


Fig. 73. — Coupe transversale des pédoncules cérébraux.

1, espace interpédonculaire; 2, pied du pédoncule; 3, *locus niger* de Sœmmerring; 4, calottes des pédoncules (étage sensitif ou des rubans de Reil); 5, aqueduc de Sylvius; 6, substance grise de l'aqueduc; 7, tubercule quadrijumeau.

Au voisinage du locus niger, les faisceaux du pédoncule sont séparés les uns des autres par une infiltration de substance grise sus-jacente. C'est à cette couche, très mince et irrégulière, qu'on a donné le nom de *stratum intermedium* où aboutissent une partie des fibres internes du ruban de Reil.

Le pied du pédoncule a été très bien étudié par Brissaud. Il se compose de trois faisceaux, un interne, un externe et un intermédiaire ou moyen. Le *faisceau externe*, *faisceau de Meynert* (c, fig. 74), fait suite à la portion sensitive des pyramides que nous avons suivie à travers le bulbe et la protubérance et aboutit, nous le verrons, dans le cortex du lobe occipital, après être passé dans la partie la plus postérieure de la capsule interne. Le *faisceau interne* ou *faisceau cortico-protubérantiel* (a, fig. 74) vient de la région antérieure du cerveau et s'arrête dans les régions bulbo-protubérantielles : on peut le considérer comme une commissure entre le cerveau et les noyaux bulbo-protubérantiels. On l'a appelé *faisceau psychique* parce que sa dégénérescence, si elle s'accompagne de troubles intellectuels, n'a aucun retentissement

sur la motricité ou la sensibilité. — Le *faisceau moyen* ou *moteur volontaire* (b, c, d, fig. 74) descend des régions motrices de l'écorce du cerveau dans les noyaux d'origine des nerfs bulbo-protubérantiels et rachidiens. Il subit la dégénération descendante. Mais ce faisceau n'est pas simple. L'anatomie pathologique a permis de le subdiviser en trois portions de volume très inégal, un faisceau externe, de beaucoup le plus gros, le *faisceau pyramidal* (d, fig. 74), qui se continue avec le faisceau pyramidal de la moelle épinière et par lui se rend aux cellules motrices des cornes antérieures; un faisceau intermédiaire, le *faisceau géniculé* de Brissaud (c, fig. 74), qui s'arrête dans les noyaux bulbaires des nerfs masticateur, facial inférieur et hypoglosse; un faisceau interne, le *faisceau de l'aphasie* de Raymond et Artaud (d, fig. 74), qui prend naissance dans le pied de la 3e circonvolution frontale gauche et vient se terminer dans les noyaux bulbaires des nerfs qui servent à l'articulation des sons (faisceau de la parole).

Le faisceau pyramidal tient sous sa dépendance tous les mouvements volontaires de la vie animale. Dans le faisceau géniculé on distingue encore un *faisceau moteur laryngé*, indépendant de celui de l'hypoglosse et de l'aphasie. Parti du pied de la 3e circonvolution frontale, il aboutit au noyau d'origine du nerf spinal, et conduit par ce nerf jusqu'au larynx l'ordre des mouvements volontaires aux cordes vocales (Horsley et Semon, Garel et Dor).

En résumé, le pied du pédoncule est composé : 1° de fibres du carrefour sensitif qui se placent à sa partie externe ; 2° des fibres directes du centre ovale (faisceau pyramidal, faisceau géniculé, faisceau frontal) qui siègent à sa partie moyenne ; 3° des fibres qui viennent du noyau lenticulaire du corps strié et viennent se placer à son côté interne ; 4° des fibres du noyau caudé ; 5° des fibres qui viennent du tubercule mamillaire ; 6° des fibres qui émanent du *locus niger*.

A mesure qu'on s'élève dans la série, le volume de l'étage inférieur des pédoncules augmente de volume relativement au volume des deux autres étages. C'est qu'en effet le volume des pédoncules est en rapport avec le volume des hémisphères dont ils représentent les conducteurs pour les impressions conscientes et les mouvements volontaires.

Comparé à la calotte, le pied du pédoncule est
comme 1 : 1 chez l'homme,
» 1 : 2 singe, chien, cheval,
» 1 : 5 chat,
» 1 : 6 cochon, chevreuil,
» 1 : 8 cabiai.

La masse des hémisphères mesure 78 °/₀ du cerveau tout entier chez l'homme ; 70 chez le singe ; 67 chez le chien et le cheval ; 62 chez le chevreuil et le chat ; 45 chez le cabiai. — La masse des hémisphères croît donc avec le volume du pied du pédoncule (Meynert).

L'étage supérieur du pédoncule cérébral, *toit* ou *calotte du pédoncule*, comprend trois ordres de fibres longitudinales ou commissurales. C'est en haut un *faisceau postérieur*, la continuation du *faisceau longitudinal postérieur* du bulbe et du pont de Varole (voy. p. 104 et 126), et dont les fibres sont disséminées dans la formation réticulaire. A cet ordre de fibres se rattache la *bandelette longitudinale* (2, fig. 65 et 20, fig. 69) et le *faisceau central de la calotte*

de Bechterew (10, fig. 74). En dehors et au-dessous, un *faisceau interne*, qui n'est autre que le pédoncule cérébelleux supérieur, qui, après son entrecroisement avec son homologue du côté opposé, continue son trajet. A la hauteur des tubercules quadrijumeaux, ce faisceau rencontre une colonne rougeâtre constituée par des cellules multipolaires, *noyau rouge de la calotte*, *noyau rouge de Stilling* (4, fig. 74), qu'il traverse, et vient se rendre à la partie inférieure de la couche optique où nous le retrouverons plus tard. Plus en dehors, enfin, un *faisceau externe*, le *ruban de Reil*, que nous décrirons bientôt (voy. p. 139).

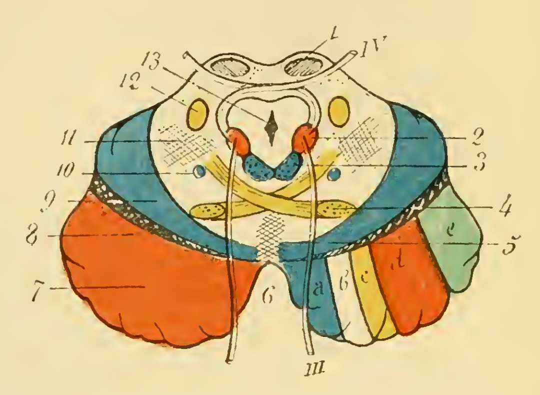


Fig. 74. — Coupe à demi-schématique des pédoncules cérébraux passant par les tubercules quadrijumeaux antérieurs.

1, noyau des tubercules quadrijumeaux ; 2, noyau de la 3e et de la 4e paire (oculo-moteur commun et pathétique) ; 3, faisceau longitudinal postérieur ; 4, noyau rouge (pédoncule cérébelleux supérieur) ; 5, raphé médian : 6, espace interpédonculaire ; 7, pied du pédoncule ; 8, *locus niger* ; 9, ruban de Reil ; 10, faisceau central de la calotte de Bechterew ; 11, champ réticulaire ; 12, noyau supérieur du trijumeau (racine descendante) ; 13, aqueduc de Sylvius ; III, nerf oculo-moteur commun ; IV, nerf pathétique ; a, faisceau frontal ; b, faisceau de l'aphasie ; c, faisceau de l'hypoglosse et du facial inférieur (b et c, constituent le faisceau géniculé de Brissard) ; d, faisceau moteur cérébral ou pyramidal ; e, faisceau sensitif.

Dans la calotte, entre le ruban de Reil et le noyau rouge, on trouve encore un entrecroisement de fibres, la *formation réticulaire* de Flechsig (11, fig. 74), comparable à la formation réticulaire du bulbe et de la protubérance, et les *fibres arciformes de la calotte* qui proviennent des tubercules quadrijumeaux antérieurs et s'entrecroisent en avant de la substance grise centrale.

La substance blanche réticulaire, formée de fibres longitudinales et de cellules, comprend des fibres provenant des noyaux des nerfs bulbo-protubérantiels ; ces fibres se réunissent en un faisceau compact appelé *faisceau de la commissure*, qui passerait plus haut au-dessus de l'aqueduc, et s'entrecroiserait dans la commissure blanche postérieure pour aller se perdre dans la couche optique du côté opposé.

Entre les deux étages du pédoncule se trouve une lame de substance grise, *locus niger*, qui sépare le pied du toit du pédoncule (8, fig. 74) et s'étend en bas jusque dans la partie supérieure du pont de Varole. — Les

cellules de cette substance sont très pigmentées et émettent un faisceau de fibres qui montent dans la couronne rayonnante. Elles rappellent tout-à-fait celles des régions motrices de l'écorce du cerveau (Mingazzini), d'où l'on pourrait considérer le *locus niger* comme une sorte de ganglion moteur dont les cellules sont chargées de pigment noirâtre.

La calotte des pédoncules cérébraux est recouverte d'une nouvelle couche qui comprend l'aqueduc de Sylvius surmonté des tubercules quadrijumeaux. Certains anatomistes décrivent cette couche sous le nom d'étage supérieur des pédoncules et réservent à la calotte le nom d'*étage moyen*. A ce niveau la coupe transversale des pédoncules (fig. 73 et 74) présente la substance grise de l'aqueduc dans laquelle on trouve de chaque côté un noyau gris qui n'est autre chose que le noyau d'origine de la troisième et de la quatrième paires de nerfs crâniens (3, fig. 74). Le moteur oculaire commun se porte en bas pour émerger sur le bord interne du pédoncule (III, fig. 74) ; le pathétique se dirige en haut, passe sous les tubercules quadrijumeaux pour aller sortir, après entrecroisement sur la ligne médiane avec celui du côté opposé (IV, fig. 74), sur les côtés du frein de la valvule de Vieussens. La même coupe permet de voir aussi la racine descendante du trijumeau (12, fig. 74).

Les pédoncules tirent leurs *vaisseaux* des artères voisines, tronc basilaire, artères cérébrales postérieures et cérébelleuses supérieures (Voy. Alezais et L. d'Astros, *La circulation artérielle du pédoncule cérébral*. Journ. de l'Anatomie, p. 519, 1892).

Applications physiologiques et pathologiques. — Les pédoncules cérébraux sont des conducteurs à la fois de la motricité et de la sensibilité puisqu'ils renferment les cordons conducteurs de la sensibilité et de la motricité volontaire. Leur lésion donne lieu à la rotation irrésistible en manège du côté de la lésion, fonction d'équilibration et d'association des mouvements qu'ils empruntent probablement aux pédoncules cérébelleux supérieurs ; à l'hémiplégie et hémianesthésie croisée ou opposée de tout le corps et de la face, ou au contraire directe pour la face et opposée pour le reste du corps (syndrome Millard-Gubler) et homonyme pour le moteur oculaire commun (syndrome de Weber).

L'hémiplégie pédonculaire se distingue de l'hémiplégie cérébrale par l'intégrité de la vue et de l'odorat (sens supérieurs).

Il y a certaines lésions du pédoncule cérébral (partie interne et inférieure) qui sont caractérisées cliniquement par le syndrome de Weber, c'est-à-dire la paralysie alterne de l'oculo-moteur commun d'un côté (côté de la lésion) et des membres, du facial et de l'hypoglosse de l'autre (côté opposé).

Que faut-il pour cela ? Une lésion de la zone moyenne (faisceau pyramidal) et de la zone interne (faisceau de l'H. et du F. i) du pédoncule, et en même temps une lésion de l'oculo-moteur dans son trajet pédonculaire où il affecte des rapports de contiguité intimes avec les zones ci-dessus. La paralysie de l'oculo-moteur peut n'être que partielle en raison de l'isolement de ses racines, qui prennent origine dans des noyaux échelonnés sous l'aqueduc de Sylvius.

L'étroit rapport de voisinage de l'abducens et du facial dans leur trajet protubérantiel avec le faisceau pyramidal explique également le syndrome Millard-Gubler (paralysie alterne).

Winckler (1886) a observé la dégénérescence du faisceau de Meynert dans un cas de lésion corticale localisée au pli courbe.

§ III. — Tubercules quadrijumeaux

Les *tubercules quadrijumeaux* (*corpora bijemina* de Sœmmerring) sont quatre petites éminences en forme de mamelon situées entre les deux couches

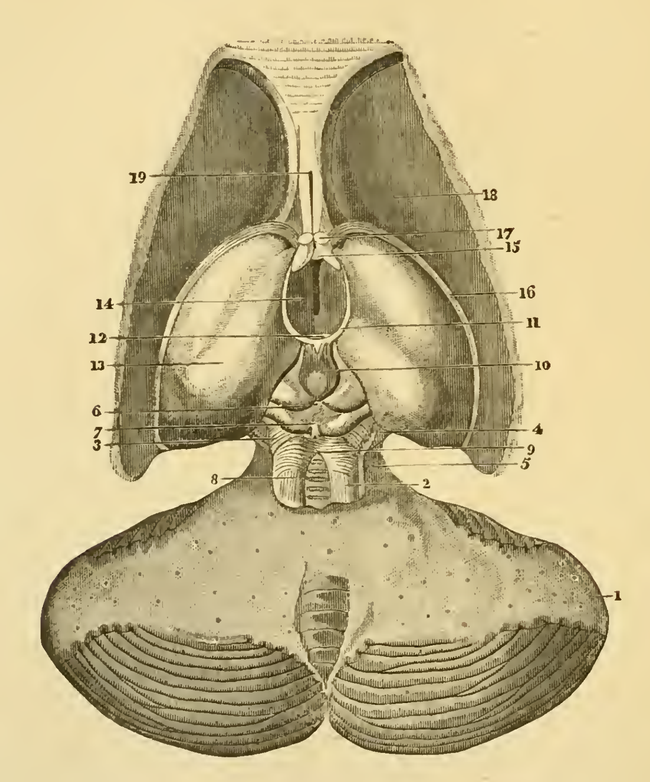


Fig. 75. — Face supérieure de l'isthme de l'encéphale : tubercules quadrijumeaux.

1, cervelet ; — 2, pédoncules cérébelleux supérieurs ; — 3, faisceau latéral de l'isthme ; — 4, partie supérieure du pédoncule cérébral ; — 5, partie supérieure du pédoncule cérébelleux moyen ; — 6, tubercules quadrijumeaux ; — 7, frein de la valvule de Vieussens ; — 8, partie postérieure de la valvule de Vieussens recouverte de lamelles de substance grise ; — 9, valvule de Vieussens ; — 10, glande pinéale ; — 11, freins de la glande pinéale ; — 12, commissure postérieure ; — 13, couche optiqne ; — 14, traces de la commissure grise ; — 15, commissure antérieure ; — 16, lame cornée ; — 17, piliers antérieurs de la voûte ; — 18, corps strié ; — 19, septum lucidum.

optiques, derrière le ventricule moyen, au-dessus des pédoncules cérébraux et cérébelleux supérieurs sur lesquels ils reposent (6, fig. 75), au-dessous de

la glande pinéale et de la toile choroïdienne qui les recouvrent et les séparent du bourrelet du corps calleux, en avant du vermis du cervelet. Sous ces éminences passe l'aqueduc de Sylvius qui fait communiquer le troisième avec le quatrième ventricule.

A peine quadrilobé chez les Monotrèmes où ils sont encore presque bijumeaux seulement comme chez les Oiseaux (lobes optiques), les tubercules quadrijumeaux diminuent de volume en général relativement au cerveau et spécialement au volume des couches optiques à mesure qu'on s'élève dans la série, et leur grandeur est un signe d'abaissement (Gratiolet). Aussi sont-ils petits chez l'Homme et les Singes, plus gros chez les Ruminants et les Carnassiers, et plus volumineux encore chez les Rongeurs et les Marsupiaux. Leur volume, dans la série animale, est aussi en raison inverse de celui du cervelet. Appelés lobes optiques chez les Vertébrés autres que les Mammifères, ces tubercules commencent déjà à vouloir se quadrilober chez les Reptiles et les Oiseaux (Wiedersheim, Bellonci), mais ils communiquent toujours chez ces derniers, comme chez les Poissons, avec l'aqueduc de Sylvius, ce qui n'a plus lieu déjà chez les Monotrèmes.

Ces tubercules, séparés par un sillon cruciforme, forment deux paires : l'une antérieure, ce sont les *tubercules quadrijumeaux antérieurs* ou *éminences nates* (n, fig. 54); l'autre postérieure, ce sont les *tubercules quadrijumeaux postérieurs* ou *éminences testes* (t, fig. 54). Les tubercules antérieurs sont ovalaires, grisâtres et plus volumineux que les tubercules postérieurs qui sont plus arrondis et plus blancs. Formés par un noyau de substance grise (7, fig. 75) recouvert par une couche de substance blanche, stratum zonale, les tubercules quadrijumeaux affectent les connexions suivantes : les tubercules nates sont reliés par un tractus de fibres blanches au corps genouillé externe (11, fig. 95) ; — les tubercules testes fournissent un cordon arrondi qui se porte au corps genouillé interne (12, fig. 95). Ces fibres (bras antéro-externes), après avoir recouvert ou traversé les tubercules, semblent se réunir en arrière pour former un nouveau bras (bras postéro-externe) qui se continue avec les fibres du ruban de Reil ou faisceau latéral de l'isthme, qui descend vers le bulbe en passant sous les pédoncules cérébelleux supérieurs. Selon Meynert les bras antéro-externes des tubercules quadrijumeaux viendraient directement au centre ovale du lobe occipital par les radiations optiques de Gratiolet, conjointement avec les fibres du corps genouillé externe. Le tubercule antérieur enfin, est relié aux noyaux d'origine des nerfs moteurs de l'œil, et au tubercule du côté opposé.

Applications physiologiques et pathologiques. — L'excitation des tubercules quadrijumeaux donne lieu à des *effets moteurs*, les uns généralisés, caractérisés par la rotation en manège, dus vraisemblablement à l'excitation des fibres pédonculaires de passage qui sont sous-jacentes aux tubercules; les autres localisés dans les mouvements des globes oculaires et de la *pupille*, dus aussi vraisemblablement à l'irritation des noyaux d'origine du moteur oculaire commun. Ces tubercules sont donc : 1° des centres d'excito-motricité en particulier pour les mouvements oculo-pupillaires, effets qui sont en grande partie croisés ; 2° un centre réflexe pour les mouvements de l'iris. L'immobilité pupillaire réalisée par l'extirpation des tubercules quadrijumeaux peut s'observer en clinique, notamment dans la paralysie générale et l'ataxie locomotrice.
Dans ce cas, la pupille reste immobile sous l'influence de la lumière, mais elle continue à se contracter dans l'accommodation (signe Argyl Robertson). Mais les tubercules qua-

drijumeaux, s'ils sont un centre réflexe de coordination pour les mouvements de l'œil et celui de la pupille, sont-ils comme l'ont soutenu certains physiologistes (Flourens, Longet, Vulpian, etc.) un centre de perception visuelle ?

Un animal privé de son cerveau, mais à qui on laisse les tubercules quadrijumeaux ou leurs homologues chez les Oiseaux, les Batraciens et les Poissons, c'est-à-dire les lobes optiques, continue à suivre des yeux et de la tête la flamme d'une bougie qu'on promène devant lui. Mais c'est là un phénomène d'ordre réflexe général ; l'animal *voit*, mais il ne *regarde* pas et n'a point la perception, la conscience de la lumière qu'il suit *machinalement*. Dans le cas de Pidoux rapporté en 1871 (destruction des tubercules des deux côtés), il y avait cécité complète et dilatation des pupilles.

Nothnagel a conclu (*Brain*, 1889) que les lésions des tubercules quadrijumeaux déterminent à peu près constamment une démarche spéciale de l'ataxie ébrieuse et des paralysies incomplètes et inégales des muscles du globe de l'œil.

§ IV. — Pédoncules cérébelleux supérieurs.

Les *pédoncules cérébelleux* sont au nombre de trois paires. Ce sont : 1° les *pédoncules cérébelleux inférieurs*, en grande partie constitués par les corps restiformes (voy. p. 100) ; — 2° les *pédoncules cérébelleux moyens*, formés par les fibres transversales du pont de Varole (voy. p. 102) ; — 3° les *pédoncules cérébelleux supérieurs* enfin, qui seuls restent à étudier.

Les *pédoncules cérébelleux supérieurs*, *processus cerebelli ad testes* (Haller), *processus cerebelli ad cerebrum*, sont deux cordons blancs un peu aplatis de haut en bas, étendus du hile du corps rhomboïdal du cervelet jusque dans les couches optiques (2, fig. 75). — Ils émergent des hémisphères du cervelet en passant au-dessus des pédoncules cérébelleux moyens et se portent d'arrière en avant et un peu de dehors en dedans (en convergeant) vers les tubercules quadrijumeaux sous lesquels ils s'engagent. Arrivés à ce niveau, entre les tubercules quadrijumeaux qui sont au-dessus et les pédoncules cérébraux qui sont au-dessous, ils s'entre-croisent d'un côté à l'autre (4, fig. 74), traversent une colonne rougeâtre, le *noyau rouge* de Stilling, qui s'étend dans la calotte des pédoncules (4, fig. 74), des tubercules quadrijumeaux à la couche optique, puis contournent la couche optique de bas en haut et se portent dans l'écorce du cerveau en suivant un trajet dans la couronne rayonnante encore mal connu.

Les pédoncules cérébelleux présentent : 1° une *face supérieure*, en partie libre, où elle est recouverte par le cervelet, en arrière, et par le ruban de Reil en avant ; — 2° une *face inférieure*, qui, dans sa partie antérieure, s'applique intimement sur les pédoncules cérébraux et concourt, dans sa partie libre, à former la paroi supérieure du quatrième ventricule ; — 3° un *bord externe*, qui est séparé de la protubérance par un sillon, le *sillon latéral de l'isthme* de Cruveilhier, et répond, en avant, au ruban de Reil ; 4° un *bord interne*, qui donne insertion à la valvule de Vieussens, et d'où émerge, en haut, le nerf pathétique.

§ V. — Valvule de Vieussens.

On donne le nom de *valvule de Vieussens* (*velum medullare anterius*) à une membrane nerveuse triangulaire très mince, qui remplit l'intervalle existant entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs (8, fig. 75). On lui considère : 1° une *face supérieure*, qui présente des stries transversales (*lingula*), alternativement grises et blanches, et que recouvre le *vermis superior* du cervelet; — 2° une *face inférieure* un peu convexe et faisant partie de la voûte du quatrième ventricule; — 3° *deux bords latéraux*, qui se fixent sur les pédoncules cérébelleux supérieurs; — 4° une *extrémité antérieure* ou *sommet*, qui est recouverte par les fibres les plus internes du ruban de Reil et se perd dans la substance blanche qui enveloppe les éminences *testes;* — 5° une *extrémité postérieure* ou *base*, qui se continue avec l'extrémité antérieure des deux vermis du cervelet qu'elle sépare l'un de l'autre.

On donne le nom de *frein de la valvule de Vieussens* (7, fig. 75) à un petit faisceau blanc qui se dégage du sillon qui sépare les deux éminences *testes*, se bifurque et se perd sur la valvule. De chaque côté de ce frein émergent les nerfs pathétiques (T, fig. 68).

La valvule de Vieussens, formée de fibres et de cellules amassées en îlots et analogues à celles de la substance grise du cervelet, a été considérée par Luys, à juste raison, croyons-nous, comme une lame avancée du cervelet. Une partie de ses fibres vont se continuer avec la partie interne du ruban de Reil.

§ VI. — Ruban de Reil ou faisceau latéral de l'isthme.

Le *ruban de Reil*, *faisceau triangulaire latéral de l'isthme*, *lemniscus*, *laqueus*, *schleife* (3, fig. 75) est une bandelette blanche de forme triangulaire, qui s'étend du sillon latéral de l'isthme d'où elle émerge aux éminences *testes*. — Il se porte de bas en haut et d'arrière en avant, en contournant les pédoncules cérébelleux supérieurs, et s'engage sous les tubercules quadrijumeaux où il s'entre-croise avec celui du côté opposé.

La *couche du ruban de Reil* est encore imparfaitement connue dans ses connexions. Voici ce qui paraît le plus certain.

Ce ruban n'est pas seulement formé de ce faisceau triangulaire que l'on voit à l'extérieur émerger du sillon latéral de l'isthme et monter vers les tubercules quadrijumeaux. Il est constitué de plus par un faisceau profond, caché à la vue, qu'on découvre bien dans une coupe transversale de l'isthme passant juste en arrière des tubercules quadrijumeaux (9, fig. 74).

Les noyaux des cordons de Burdach, qui reçoivent leurs fibres des cordons postérieurs de la moelle épinière, donnent naissance à deux ordres de fibres : les unes cérébelleuses qui montent dans le cervelet par la voie du corps restiforme, les autres cérébrales, qui montent en traversant le

bulbe, la protubérance et les pédoncules pour se porter vers les tubercules quadrijumeaux et le cerveau. Ces dernières fibres constituent une nappe, visible seulement en partie à l'extérieur, qui n'est autre chose que le *ruban de Reil.* Ces fibres, après s'être entrecroisées sur la ligne médiane dans la substance réticulaire inter-olivaire du bulbe où elles contribuent à former le corps trapézoïde ; après avoir reçu des fibres provenant des olives, puis plus haut des fibres issues du noyau réticulaire du pont de Varole et des olives protubérantielles, et enfin d'autres fibres appartenant très probablement au faisceau de Gowers, se divisent en deux parties, dont l'une reste dans le corps de la protubérance et du pédoncule cérébral, où on la voit au-dessous et en dehors du noyau rouge, au-dessus du *locus niger* (9, fig. 74), et dont l'autre se dévie latéralement et apparaît à l'extérieur sous le nom de ruban latéral de l'isthme (9 fig. 74).

La partie profonde aboutit aux cellules du *stratum intermedium* du pédoncule (Meynert), et probablement à la couche optique et aux tubercules mamillaires (Gudden, Forel). La partie superficielle ou ruban latéral, après avoir contourné le pédoncule cérébelleux correspondant, se partage en deux portions : une interne, composée de quelques fibres, qui se rend dans la valvule de Vieussens (fig. 75), et une externe, presque tout le ruban, qui s'enfonce sous les tubercules quadrijumeaux. Là, ce ruban se partage en deux faisceaux : l'un antérieur, l'autre postérieur. Le faisceau antérieur se porte vers la ligne médiane, s'entrecroise avec le faisceau homologue du côté opposé et rencontre le tubercule quadrijumeau antérieur qu'il traverse tout en l'enveloppant et se reconstitue au-delà pour constituer en partie le bras antérieur des tubercules quadrijumeaux *(ruban de Forel)* ; le faisceau postérieur, lui aussi, s'entrecroise sur la ligne médiane avec son similaire du coté opposé, puis traverse et enveloppe le tubercule quadrijumeau postérieur, et au-delà constitue en partie le bras postérieur des tubercules quadrijumeaux *(ruban de Meynert)*. Mais les fibres du ruban de Reil ne s'arrêtent pas là. Par les bras des tubercules quadrijumeaux, ils parviennent aux corps genouillés de la couche optique, et de là montent vers l'écorce du cerveau, les unes directement en passant par la capsule interne pour aboutir à la partie supérieure du lobe pariétal (Edinger), les autres indirectement après s'être mêlées à l'anse du noyau lenticulaire et avoir traversé le globulus pallidus pour aboutir également au lobe pariétal (Bechterew).

Selon Mendel, les fibres du ruban de Reil pourraient dégénérer dans les deux sens, ce qui ne doit point nous surprendre, si nous nous rappelons qu'ils contiennent à la fois des fibres homologues aux faisceaux de Burdach et aux faisceaux de Gowers.

D'après V. Marchi (*Arch. ital. de Biologie,* XXII, p. 190) le ruban de Reil naîtrait du cervelet. Ses fibres se mettraient en rapport avec les noyaux du pont, les éminences bigéminées, et probablement le corps strié par un faisceau qui longe les faisceaux pyramidaux. Au niveau des olives, les fibres du ruban de Reil s'unissaient à celles du faisceau longitudinal postérieur et de là pénétreraient dans les cordons antéro-latéraux de la moelle. Les nerfs crâniens, par l'intermédiaire du faisceau longitudinal postérieur, seraient ainsi en relation avec le cervelet.

Art. IV. — Cervelet

Le *cervelet* (fig. 76, fig. 77, fig. 78) est situé à la partie postérieure et inférieure du cerveau. — Il répond au cerveau par sa face supérieure, qui est séparée de cet organe par la tente du cervelet, et, en avant, à la face postérieure de la protubérance annulaire et du bulbe rachidien, dont il est séparé par le quatrième ventricule.

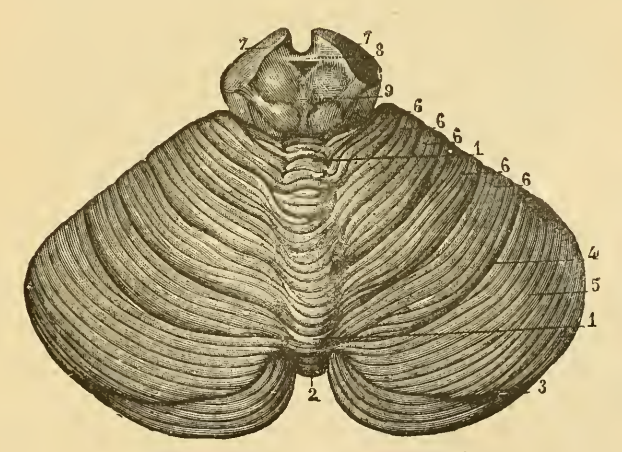


Fig. 76. — Face supérieure du cervelet.

1, 1, vermis supérieur (lobule moyen); 2, extrémités postérieures des vermis supérieur et inférieur; 3, grand sillon périphérique; 4, scissure principale du lobe latéral; 5, grand sillon supérieur; 6, 6, segment antérieur, quatrilatéral, composé de cinq segments secondaires; 7, 7, coupe des pédoncules cérébraux; 8, commissure postérieure du cerveau; 9, tubercules quadrijumeaux.

Le cervelet remplit les fosses occipitales inférieures et, recouvert entièrement par les lobes occipitaux du cerveau chez l'Homme, il l'est incomplètement chez les Singes inférieurs, ce que l'on a pu observer également chez certains idiots. Il est relié par des cordons blancs, *pédoncules cérébelleux*, à l'encéphale et à la moelle. Ces cordons sont au nombre de six, trois de chaque côté : ce sont les *pédoncules cérébelleux supérieurs, crura cerebelli ad cerebrum;* — les *pédoncules cérébelleux inférieurs, crura cerebelli ad medullam oblongatam;* — les *pédoncules cérébelleux moyens, crura cerebelli ad pontem.*

Le poids moyen du cervelet est d'environ 140 grammes. D'un volume plus considérable chez l'Homme que chez les animaux (1), il est proportionnellement moins gros chez le nouveau-né humain que chez l'adulte. — Chez le premier, il est au cerveau comme 1 : 20, tandis que chez le second, il est comme 1 : 8; mais dans la suite le cervelet croît plus rapidement que le cerveau. — Cuvier et Gall ont considéré le cervelet comme plus volumineux chez la femme; eu égard au cerveau (poids relatif) il paraît, en effet, en être ainsi. Ce qui a fait dire que si la femme a moins de cerveau que l'homme, elle a plus de cervelet que lui. Mais cette opinion a été récemment contestée par Tenchini. Quoi qu'il en soit, voici quelques pesées.

Adultes ♂ — 145 gr. (Sappey, Broca).
— ♀ — 130 gr. (Boyd).

Ce qui fait que chez l'homme le poids du cervelet égale les 105 millièmes du poids de l'encéphale, tandis que chez la femme il égale les 109 millièmes du même poids.

Nouveau-né ♂ — 28 gr.
— ♀ — 27 gr. (Danielbekoff).

L'encéphale = 1000, Boyd avait trouvé le rapport suivant selon le sexe du nouveau-né : ♂ = 58; ♀ = 62. — Le poids du cervelet, égalant le 10e du poids de l'encéphale chez l'adulte, n'égalerait que le 8e du même poids chez le nouveau-né (Danielbekoff).

a. Conformation extérieure.

La forme du cervelet a été comparée à celle d'un cœur de carte à jouer, dont l'échancrure serait tournée en arrière. — Il est formé d'un lobe médian, *vermis*, et de deux lobes latéraux, *hémisphères cérébelleux;* — sa circonférence présente un sillon, *grand sillon circonférentiel* de Vicq-d'Azyr, qui le divise en deux faces, l'une supérieure, l'autre inférieure, et toute sa surface, d'un gris rougeâtre, est parcourue par des *sillons* qui la divisent en *segments*, *lames* et *lamelles.*

Parmi ces sillons, les uns s'enfoncent jusqu'au noyau blanc central du cervelet : ce sont les sillons de premier ordre qui divisent l'organe en douze ou quinze segments ou lobules, et dont les plus remarquables sont le *sillon circumlobaire* ou *grand sillon horizontal*, et *le grand sillon supérieur de Vicq-d'Azyr*, qui divise la face supérieure du cervelet.

Les autres sillons ne vont pas jusqu'à la substance blanche centrale, et partagent les lobules en lames adossées comme les feuillets d'un livre : ce sont les sillons de second ordre, au nombre de six à huit cents, selon le dénombrement de Malacarne et Chaussier.

Les *lames* sont divisées à leur tour en *lamelles;* — les premières ne tiennent au cervelet que par leur bord adhérent, et sont séparées les

(1) Chez les Oiseaux, mais surtout dans les Vertébrés inférieurs, le cervelet en est presque réduit au lobe médian qui constitue comme la partie fondamentale de l'organe (Gall.). — Les lobes latéraux commencent à paraître chez les Crocodiliens, s'accentuent davantage chez les Oiseaux, augmentent encore chez les Marsupiaux, mais ce n'est que chez les Ruminants et les Carnassiers qu'ils prennent un certain volume, acquérant toutefois seulement toute leur ampleur (hémisphères du cervelet) chez les Singes supérieurs et surtout chez l'Homme. — Le volume du pont de Varole croît dans la série animale d'une façon correspondante, nous l'avons vu et cela se comprend de soi.

unes des autres par un feuillet de pie-mère qui s'enfonce entre elles; — les *lamelles*, au contraire, comme ensevelies dans les sillons, passent d'une lame à l'autre ou d'un lobule au lobule voisin.

Dans leur ensemble, tous les sillons et toutes les lames décrivent des arcades concentriques à ouverture antérieure, mais ces arcades ne sont pas toutes absolument orientées de même et ne présentent pas toutes le même rayon de courbure, de sorte que certains groupes coupent les voisins sous des angles plus ou moins aigus.

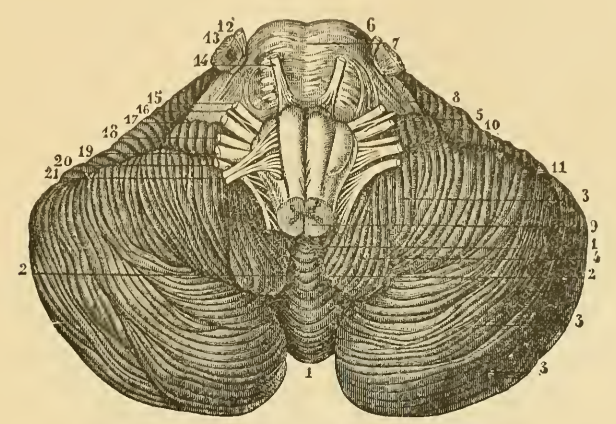


Fig. 77. — Face inférieure du cervelet.

1, vermis inférieur; — 2, 2. scissure interhémisphérique; — 3, 3, lobes et lobules des hémisphères; — 4, lobule amygdalien; — 5, lobule du pneumogastrique; — 6, protubérance annulaire; — 7, son sillon basilaire; — 8, pédoncule cérébelleux moyen; — 9, collet du bulbe coupé en travers; — 10, extrémité antérieure de la grande scissure périphérique; — 11, bord antérieur de la surface supérieure du cervelet; — 12, racine motrice du trijumeau; — 13, sa racine sensitive; 14, oculo-moteur externe; — 15, facial; — 16, nerf de Wrisberg; — 17, auditif: — 18, glosso-pharyngien; — 19, pneumogastrique; 20, spinal; — 21, hypoglosse.

Sur la face supérieure du cervelet, ces arcades passent d'un lobe à l'autre en traversant le vermis, mais, sur la face inférieure, leur continuité ne s'établit que par l'intermédiaire des bras latéraux du vermis inferieur.

Parfaitement symétrique d'ordinaire, le cervelet présente à étudier *deux faces et une circonférence*.

1° Face supérieure. — Cette face (fig. 76) séparée des lobes postérieurs du cerveau par la tente du cervelet, offre, sur la ligne médiane, une saillie antéro-postérieure, divisée en un grand nombre d'anneaux par des sillons qui la coupent transversalement, ce qui lui donne l'aspect d'un ver, d'où le nom de *vermis superior* sous lequel on la connaît (1, fig. 79). — En avant cette saillie se recourbe en bas pour venir rejoindre une éminence analogue de la face inférieure du cervelet et recouvre la valvule de Vieus-

sens. — Elle fait partie du lobe médiam du cervelet, et divers de ses anneaux portent un nom spécial. Ce sont, d'avant en arrière : 1° la *lingula*, petit lobule arrondi, qui se continue avec la valvule de Vieussens ; — 2° le *lobule central* ; — 3° le *monticulus*, segment le plus saillant du vermis et le plus considérable, constituant en avant le *culmen*, en arrière le *déclive* ; — 4° le *folium cacuminis* ou bourgeon terminal, qui forme l'extrémité la plus reculée du vermis.

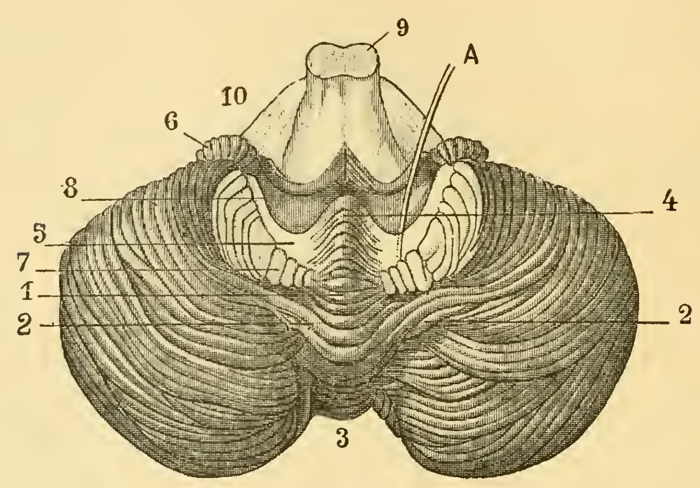


Fig. 78. — Face inférieure du cervelet : Valvules de Tarin. (Le bulbe est fortement relevé).

1, vermis ; 2, aile du lobule digastrique ; 3, tubercule postérieur du vermis ; 4, luette du vermis ; 5, valvule de Tarin ; 6, lobule du pneumogastrique ; 7, lobule de l'amygdale qui a été abrasé d'un cou de scalpel pour laisser voir les valvules de Tarin ; 8, plancher du 4e ventricule ; 9, bulbe relevé ; 9', barbes du calamus ; 10, pont de Varole.

De chaque côté du *vermis superior*, on voit la face supérieure des lobes latéraux du cervelet incliné à droite et à gauche et sillonnée par de nombreuses rainures curvilignes. Ces rainures subdivisent cette face en plusieurs lobules principaux, qui sont d'avant en arrière : 1° les *lobules de la lingula*, qui se portent en dehors et recouvrent les pédoncules cérébelleux supérieurs correspondants ; — 2° les *ailes du lobule central* ; — 3° les *lobules quadrangulaires* situés de chaque côté du monticulus du vermis, les plus grands de tous les lobules de la face supérieure ; 4° les *lobules semi-lunaires* qui font suite, à droite et à gauche, au folium cacuminis.

2° Face inférieure. — Elle repose sur les fosses occipitales inférieures par ses parties latérales, et, par sa partie moyenne, elle répond au bulbe qu'elle recouvre (fig. 77). Sa partie médiane est profondément échancrée d'avant en arrière, *grande scissure médiane du cervelet* ou *scissure interhémisphérique*, qui reçoit, en avant, la partie postérieure du bulbe rachidien et sépare

nettement l'un de l'autre les deux hémisphères ou lobes latéraux du cervelet. — Dans le fond de ce sillon, on trouve une saillie antéro-postérieure analogue à celle que nous avons rencontrée sur la face supérieure, c'est le *vermis inferior* (1, fig. 77) qui se continue en avant et en arrière avec le vermis superior, pour former avec lui le lobe médian du cervelet. — Ce vermis peut aussi être subdivisé en plusieurs lobules secondaires, qui sont d'avant en arrière : 1° le *nodulus* (3, fig. 78); — 2° l'*usula* ou luette (4, fig. 78). — 3° la *pyramide de Malacarne* ou lobule pyramidal (1, fig. 77) ; — 4° le *tubercule posterior* ou *valvulaire* (1, fig. 77).

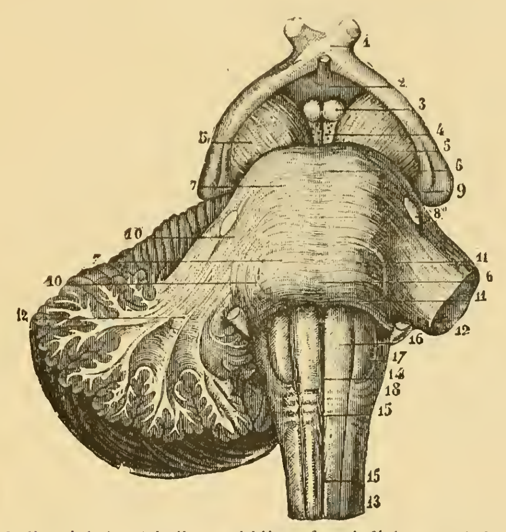


Fig. 79. — Isthme de l'encéphale et bulbe rachidien (face inférieure). Arbre de vie du cervelet.

1, chiasma des nerfs optiques; 2, tuber cinereum et tige pituitaire; 3, tubercules mamillaires; 4, espace interpédonculaire; 5, pédoncule cérébral; 6, sillon basilaire de la protubérance; 7, saillie latérale du même corps; 8, origine du trijumeau; 9, fibres supérieures de la protubérance; 10, ses fibres médianes; 11, ses fibres inférieures s'enfonçant sous les autres; 12, 12, pédoncules cérébelleux moyens (le gauche est coupé); 13, moelle épinière; 14, sillon médian antérieur du bulbe; 15, décussation des pyramides; 16, pyramides; 17, olive; 18, fibres arciformes.

La *pyramide de Malacarne* est constituée par une saillie cruciale qui résulte de la pénétration dans les deux hémisphères cérébelleux de quelques lamelles du vermis.

La *luette* de Malacarme, *éminence mamillaire* de Vicq-d'Azyr, est un renflement mamelonné qui termine le vermis en avant et pend dans le quatrième ventricule comme la luette dans la bouche.

Des bords latéraux de ce mamelon partent de longs replis nerveux, connus sous le nom de *valvules de Tarin*.

Les *valvules de Tarin* (5, fig. 78, et 4, fig. 84) sont deux replis curvilignes qui unissent la luette du vermis aux lobules de l'amygdale et du pneumogastrique.

Elles présentent un bord postérieur convexe et adhérent, uni à la substance du cervelet, et un bord antérieur concave et libre dans la cavité du 4e ventricule ; — une extrémité interne adhérente à la luette ; une extrémité externe qui contourne le corps restiforme correspondant et vient s'unir à la racine du lobule du pneumogastrique. Une face inférieure qui est recouverte par le lobule amygdalien, et une face supérieure qui fait partie de la voûte du 4e ventricule.

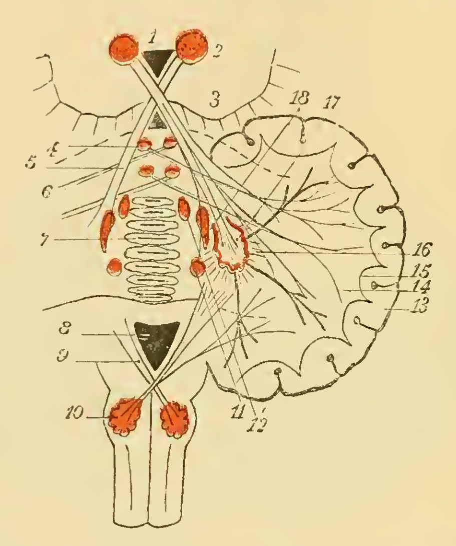


Fig. 80. — Structure du cervelet (figure schématique).

1, ventricule moyen du cerveau ; 2, noyau rouge ; 3, pulvinar de la couche optique ; 4, noyaux protubérantiels ; 5, pédoncule cérébelleux supérieur ; 6, pédoncule cérébelleux moyen ; 7, vermis ; 8, quatrième ventricule ; 9, pédoncule cérébelleux inférieur ; 10, olive du bulbe ; 11, globulus ; 12, noyau du toit (origine des fibres cérébelleuses du nerf acoustique) ; 13, écorce grise ; 14, substance blanche centrale ; 15, fibres arciformes ; 16, plexus extraciliaire (toison du corps denté) ; 17, corps denté ; 18, embole.

Entre elle et la paroi supérieure du quatrième ventricule il existe un petit carrefour que Reil comparait à un nid d'hirondelle.

De chaque côté de la grande scissure médiane, on voit la surface inférieure convexe des hémisphères du cervelet qui présente les lobules secondaires suivants : 1° le *lobule du pneumogastrique* ou *flocculus* (6, fig. 78), sorte de touffe implantée au-dessous des pédoncules cérébelleux moyens, au-dessus et en avant des racines des nerfs pneumogastriques, — et reliée à la luette par la valvule de Tarin ; — 2° le *lobule du bulbe rachidien, lobule tonsillaire* ou *amygdale* (4, fig. 78), situé sur la partie la plus interne de chaque lobe latéral, de chaque côté de l'usula, à laquelle il se réunit, et comme creusé pour recevoir le bulbe : il recouvre la valvule de Tarin, qu'il cache à la vue, et pénètre dans le trou occipital de chaque

côté du bulbe ; 3° les *lobules cunéiformes*, *digastriques* ou *lobuli biventres* de Reil (2, fig. 78), placés en dehors et un peu en avant des amygdales et reliés à la pyramide du vermis ; — 4° le *lobule grêle*, qui limite en arrière et de chaque côté de l'échancrure médiane, la face inférieure des hémisphères cérébelleux ; — 5° le *lobule semi-lunaire inférieur*, qui s'étend en arrière jusqu'au grand sillon circonférentiel de Vicq-d'Azyr.

Nous devons à la vérité de dire que tous ces lobules présentent de nombreuses variétés selon les sujets et que leurs limites ne sont pas toujours aussi précises que celles que nous venons de leur donner.

On trouve parfois chez l'Homme l'ébauche d'un *flocculus* accessoire, *lobule auriculaire*, que l'on peut regarder comme le représentant du même corps très développé chez les Marsupiaux, les Rongeurs et les Carnassiers.

3° Circonférence. — La *Circonférence du cervelet* présente, en arrière, une échancrure où vient se loger la crête occipitale interne et la faux du cervelet, et au fond de laquelle on voit la continuation des deux éminences vermiformes; en avant elle présente également une échancrure qui forme une sorte de lit au bulbe et à la protubérance : dans le fond de cette échancrure, on aperçoit la luette. — Sur les parties latérales, la circonférence est formée par les bords externes des hémisphères cérébelleux, sauf en avant, où l'on rencontre l'implantation des pédoncules cérébelleux moyens. C'est la partie la plus mince du cervelet; elle est parcourue par le grand sillon horizontal, où aboutissent les principaux sillons des faces supérieure et inférieure de l'organe. Elle répond en arrière à la gouttière latérale (sinus latéral) et en avant à la gouttière pétreuse supérieure (sinus pétreux supérieur).

b. Constitution intérieure du cervelet

Le cervelet, comme le cerveau et la moelle, est composé de substance blanche et grise. — La substance grise, plus abondante, occupe la périphérie de l'organe, où elle forme une couche mince de 2 à 3 millimètres d'épaisseur (13, fig. 80) ; — la substance blanche, qui représente à peu près le tiers de la masse totale du cervelet et dont la consistance est supérieure à celle de la substance grise, est placée au centre de l'organe et enveloppée de toutes parts par la matière grise (14, fig. 80).

Du noyau central de substance blanche partent une infinité de prolongements arborescents qui vont se terminer dans les cellules de la substance grise des lames et des lamelles : c'est à cette formation rameuse qu'on a donné le nom d'*arbre de vie* (12, fig. 79).

Chacune des divisions foliacées de cette formation blanche arboriforme est entourée d'une lamelle très mince de substance jaunâtre et entièrement enveloppée par la substance grise corticale du cervelet qui s'enfonce dans la substance blanche au niveau des sillons qui séparent les lames les unes des autres. Dans le vermis, l'arbre de vie porte le nom de *corps trapézoïde* (7, fig. 80).

Une coupe horizontale du cervelet laisse voir au centre de chaque moitié de l'organe un corps ovoïde, assez semblable à l'olive du bulbe par ses dimensions et sa structure : c'est le *corps rhomboïdal* ou *olive cérébelleuse*, *corps dentelé, festonné* ou *ciliaire* (14, fig. 81, et 17, fig. 80).

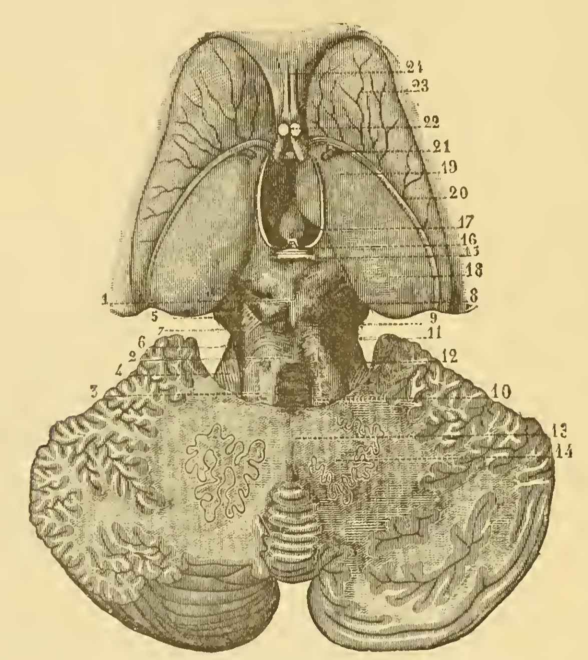


Fig. 81. — Isthme de l'encéphale, avec le cervelet et les corps opto-striés (face supérieure). — Corps dentés du cervelet.

1, tubercules quadrijumeaux ; — 2, valvule de Vieussens ; — 3, pédoncules cérébelleux supérieurs ; — 4, 12, pédoncules cérébelleux moyens ; — 5, pédoncules cérébraux ; — 6, sillon latéral de l'isthme ; — 7, 11, ruban de Reil ; — 8, cordon s'étendant du *testis* au *corps genouillé* interne ; — 9, frein de la valvule de Vieussens ; — 10, lame grise de la même valvule ; — 13, centre blanc du cervelet ; — 14, corps rhomboïdal du même organe ; — 15, commissure postérieure du cerveau ; — 16, pédoncules de la glande pinéale ; — 17, glande pinéale renversée en avant ; — 18 et 19, couche optique ; — 20, tœnia semi-circularis ; — 21, veine du corps strié ; 22, piliers antérieurs de la voûte entre lesquels on voit la commissure antérieure du cerveau ; — 23, corps strié ; — 24, septum lucidum avec le ventricule de la cloison.

Il est formé par une lame jaunâtre, plissée sur elle-même, en forme de bourse et ouverte en avant. — Dans l'intérieur de cette coque, on trouve le tissu propre du corps rhomboïdal, formé d'une matière qui paraît tenir le milieu entre la substance blanche et la substance grise et que pénètrent quelques vaisseaux. Sous le nom de *noyaux dentelés accessoires*, *corps paraolivaires,* Meynert a décrit deux petits feuillets de substance grise situés en

avant et en dedans des corps rhomboïdaux, distingués d'après leur forme en embole ou bouchon et globule (11 et 18, fig. 80); — et sous celui de *noyaux du toit* (12, fig. 80), STILLING a signalé deux noyaux gris clair de 6 à 7 millimètres de long que l'on découvre à la partie inférieure du vermis, près de la ligne médiane et près du toit du 4e ventricule dans une coupe de cervelet faite parallèlement à la face postérieure du bulbe. C'est à ces noyaux qu'aboutissent une partie des fibres des pédoncules cérébelleux inférieurs.

Le volume du corps rhomboïdal est proportionnel au développement des lobes latéraux. Aussi peut-on dire que l'olive cérébelleuse se dégrade à mesure qu'on descend de l'Homme aux Mammifères plus inférieurs. Sa structure est celle d'une zone de cellules nerveuses riches en pigment, traversées par des fibres radiées et plongées dans de la névroglie abondante et très riche en vaisseaux. Les cellules sont des deux types, mais avec prédominance du type moteur (SACCOZI).

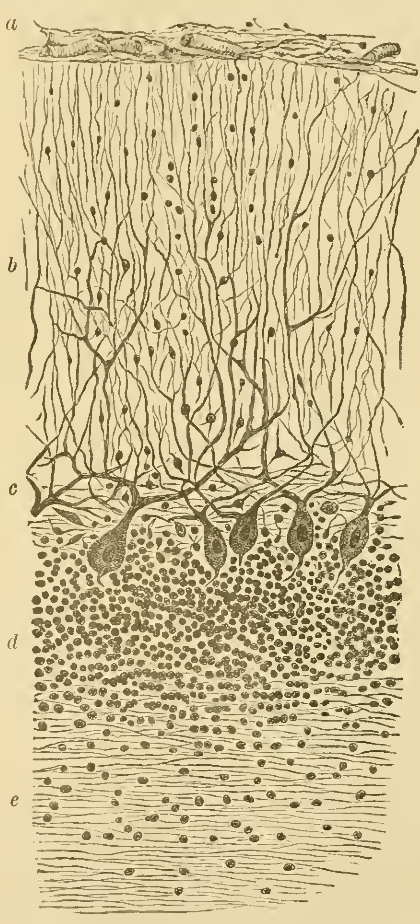


Fig. 82. — Structure de l'écorce du cervelet (grossissement 400 d.).

a, pie-mère du cervelet; b, couche externe granulo-fibreuse; c, couches des cellules bipolaires de Purkinje; d, couche granuleuse interne; e, fibres blanches.

De la substance blanche centrale partent, vers les angles latéraux du sinus rhomboïdal, trois prolongements de chaque côté : ce sont les *pédoncules cérébelleux*.

Les *pédoncules cérébelleux supérieurs* (3, fig. 81) se portent en avant, passent sous les tubercules quadrijumeaux, où ils s'entrecroisent d'un côté à l'autre dans l'étage supérieur des pédoncules cérébraux et aboutissent aux couches optiques et de là à l'écorce du cerveau ; — les *pédoncules cérébelleux moyens* (12, fig. 79) se portent en avant et en dedans pour constituer les fibres annulaires superficielles de la protubérance : ces fibres forment une véritable commissure entre les deux hémisphères du cervelet; — d'autres fibres s'entrecroisent dans le pont de Varole et se terminent dans ses îlots de substance grise, et une dernière catégorie monte dans le cerveau après s'être entrecroisés dans le pont de Varole ; — les *pédoncules cérébelleux inférieurs* (corps restiformes), se portent en bas et en dedans (pi, fig. 54, et 6, fig. 59), et arrivés au niveau du bulbe, les fibres qui les constituent se séparent en trois

groupes : le premier va constituer le système des fibres arciformes du bulbe, le second va se jeter dans les noyaux postpyramidaux (noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach), et le troisième se prolonge directement dans la moelle sous le nom de faisceau cérébelleux direct.

Dans le cervelet, les fibres des *pédoncules supérieurs* se rendent, en rayonnant au corps denté (fibres intra-ciliaires) et à l'écorce du cervelet (fibres hémisphériques) : on comprend ainsi que dans certaines lésions cérébrales on ait pu observer de l'atrophie croisée du cervelet.

Les *pédoncules cérébelleux moyens* forment également un système rayonnant, qui se rend à l'écorce du cervelet : outre les fibres commissurales, ils contiennent des fibres qui proviennent des ganglions cérébraux par les pédoncules du cerveau. — A leurs fibres viennent s'adjoindre des fibres de la toison.

Les fibres des *pédoncules inférieurs* se rendent les unes (faisceau interne) au noyau du toit du même côté, les autres à l'écorce après avoir traversé ou non le corps denté et y avoir récolté des fibres. Outre ce système de fibres pédonculaires qui constituent les *fibres arborescentes*, il y a deux autres groupes de fibres : les unes qui unissent les lames et les lamelles de l'écorce entre elles, ce sont les *fibres arciformes* ou d'*association* (16, fig. 80) ; les autres qui sortent en rayonnant du corps rhomboïdal, ce sont les *fibres de la toison du corps ciliaire* (16, fig. 80).

Enfin il faut encore ajouter qu'il y a un système de *fibres commissurales* qui vont d'un hémisphère à l'autre et de fibres d'union entre le noyau du toit et le noyau externe de l'acoustique (Huguenin).

La structure de la substance grise corticale du cervelet est remarquable. — A l'œil nu, on peut distinguer dans cette substance deux couches dont la coloration est bien différente ; l'une, profonde, est *jaunâtre* ou *rouillée* ; l'autre, périphérique, est franchement *grise*. — La *couche rouillée* est formée d'une agglomération de petites cellules nerveuses perdues au milieu d'un plexus nerveux très fin et très serré ; cette couche interne de l'écorce (*d*, fig. 82) renferme 3 espèces de cellules : grains ou petites cellules, grandes cellules, celulles névrogliques (Golgi, Ramon y Cajal, Kolliker, Van Gehuchten). — Au-dessus, on rencontre une *couche intermédiaire*, constituée par des éléments cellulaires volumineux, piriformes et disposés en général sur une seule couche, *cellules de Purkinje* (*c*, fig. 82), dont les prolongements rameux se portent à la périphérie, le prolongement de Deiters restant tourné vers la substance blanche centrale et paraissant se continuer avec une fibre nerveuse. — La dernière couche ou *couche grise périphérique* (b, fig. 82), est formée par de la névroglie, par de petites cellules nerveuses, assez rares, et par les ramifications des cellules de Purkinje : elle est remarquable par la quantité de capillaires sanguins qu'elle renferme. — La membrane jaunâtre plissée du corps rhomboïdal est constituée par un réseau de cellules nerveuses, anastomosées, et reliées d'une part aux fibrilles qui descendent de la substance grise corticale, et d'autre part aux fibres blanches des pédoncules. A la périphérie, la névroglie (Golgi) forme une sorte de membrane mince qu'on appelle *coque de Bergmann*.

Vaisseaux du cervelet. — Les *artères cérébelleuses*, fournies par les vertébrales et le tronc basilaire, se ramifient dans l'épaisseur de la pie-mère qui recouvre le cervelet et pénètrent dans l'épaisseur de l'organe en suivant les cloisons que la pie-mère envoie entre ses lames. Les *veines* ne suivent pas toujours les artères et se rendent à la surface de l'organe dans deux ordres de veines : deux veines médianes ou vermiennes, l'une inférieure, l'autre supérieure ; quatres veines latérales ou hémisphériques, deux supérieures et deux inférieures.— Toutes ces veines communiquent entre elles par des rameaux transversaux et vont se jeter dans les sinus latéraux.

M. J. Weber a signalé en outre l'existence d'une *veine azygos cérébelleuse posté-*

rieure, qui va se jeter dans le pressoir d'Hérophile, et Meckel une *veine du lobule du pneumogastrique*, qui se jette dans le sinus pétreux supérieur et reçoit parmi ses affluents une branche importante sortant du corps rhomboïdal.

Applications physiologiques et pathologiques. — La substance grise du cervelet est inexcitable ; la substance blanche paraît douée de propriétés motrices.

La lésion partielle comme l'ablation, l'anatomie pathologique comme l'expérimentation, démontre que le cervelet est une sorte de *petit cerveau*, qui préside à la coordination des mouvements volontaires, autrement dit à l'association harmonique nécessaire pour adapter ces mouvements à un but déterminé. Ce n'est pas un cerveau intellectuel sensitif et moteur comme l'autre, c'est un cerveau régulateur et coordinateur des mouvements associés.

Par l'intermédiaire de ses pédoncules ils portent aux appareils périphériques cette régulation. A la moelle épinière, et par conséquent à la périphérie du corps, le mouvement coordinateur est porté par les pédoncules cérébelleux inférieurs (corps restiformes) qui comprennent le faisceau cérébelleux de Flechsig, et des fibres qui unissent le cervelet aux noyaux bulbaires des cordons de Goll et de Burdach. Par les pédoncules cérébelleux moyens, le cervelet est uni au noyau du cordon latéral, aux olives bulbaires et protubérantielles, à l'oreille vestibulaire par l'intermédiaire du nerf acoustique, dernière connexion qui peut nous donner une explication du vertige auditif. Par les pédoncules cérébelleux supérieurs enfin, le cervelet est en relation avec le cerveau : c'est là une voie centripète sans doute qui nous fournit la notion et le sentiment d'équilibre (notion de la position du corps dans l'espace).

Cette fonction de coordination et d'équilibration reconnue au cervelet par les physiologistes (Flourens, Longet, Vulpian, Lussana, Laborde, etc.,) et diverses observations pathologiques (1), celle de Vulpian entr'autres (*Leçons sur la physiol. du système nerveux*, p. 629), ne se fait ni par l'intermédiaire du sens du tact ni par celui du sens musculaire ; le cervelet n'est pas l'organe du sens du tact et du sens musculaire, comme le voulait Lussana, et son ablation n'enlève pas non plus la force musculaire comme le disait Luciani (Laborde).

Le cervelet *règle* les mouvements volontaires ainsi que le dit Wundt (*Psychologie physiologique*, I, p. 227), à l'aide des impressions de sensation (on sait que le vertige n'est que la suppression de la sensation d'équilibre de notre corps). Toutefois on ne saurait soutenir qu'il est le seul et unique régulateur des mouvements volontaires, car on a observé des cas d'absence du cervelet, et cependant la marche et d'autres mouvements associés étaient encore possibles.

Pédoncules cérébelleux.—La lésion unilatérale des *pédoncules cérébelleux inférieurs* produit l'incurvation irrésistible en arc du corps du côté lésé et un roulement en cercle (Rolando, Magendie, etc.), et des phénomènes sensitifs douloureux, mais ces derniers sont le résultat de l'excitation de la racine sensitive du trijumeau.

La lésion des *pédoncules supérieurs* amène une courbure en arc de la colonne vertébrale du côté lésé ; leur excitation provoque de la douleur et une incurvation du corps en sens opposé : la rotation en manège qui survient lorsqu'on blesse les pédoncules cérébraux leur appartient très probablement aussi.

La section d'un des *pédoncules cérébelleux moyens* fait tourner l'animal sur lui-même en un mouvement giratoire sur l'axe du corps (Pourfour du Petit) ; la rotation a lieu du côté opéré si la blessure porte sur la partie postérieure du pédoncule (Magendie) et du côté opposé si ce sont les parties antérieures qui sont atteintes (Longet, Schiff). Elle est accompagnée de déviation des yeux, de nystagmus comme lorsque c'est

(1) Chez Alexandrine Labrosse, qui manquait absolument de cervelet et de pont de Varole, les mouvements volontaires étaient possibles, mais son intelligence était très défectueuse, sa force musculaire peu élevée et *elle tombait souvent*.

le vermis du cervelet lui-même qui est lésé. Si la section est complète, la rotation a également lieu du côté opposé par suite de la prédominance des fibres entrecroisées sur les fibres directes.

A l'étude des fonctions du mésocéphale se rattachent les questions si curieuses et si intéressantes de l'*équilibration* et de la *coordination des mouvements*.

Les *mouvements forcés* ou *irrésistibles* qui sont provoqués par les lésions des diverses parties du mésocéphale (pédoncules cérébraux, protubérance, tubercules quadrijumeaux, pédoncules cérébelleux moyens) et du cervelet, et qu'on a pu observer chez l'Homme dans les affections de ces régions de l'encéphale, sont des plus curieux.

La section d'un des pédoncules cérébraux, d'un des pédoncules cérébelleux moyens, donne lieu à une *rotation de l'animal sur l'axe*. La blessure d'un des pédoncules cérébraux, la section transversale de la protubérance, diverses lésions des tubercules quadrijumeaux et des couches optiques, déterminent des *mouvements de manège*. La lésion des tubercules quadrijumeaux antérieurs est celle qui transforme le plus habituellement ces derniers mouvements en *mouvements d'aiguille de montre*, le train postérieur de l'animal servant de pivot. Enfin, la blessure du cervelet et celle des corps striés, peut produire des mouvements sur l'axe transversal, des cabrioles, ou bien des poussées impétueuses et irrésistibles en ligne droite, soit en avant, soit à reculons. — Tous ces troubles ne sont ni l'effet d'une paralysie, ni le résultat d'une contracture ; ils paraissent être en rapport avec l'interruption des innervations centripètes qui contribuent au maintien de l'équilibre (sensibilité tactile et musculaire, ouïe, vue). L'animal n'ayant plus alors qu'une fausse perception de la position de son corps dans l'espace, victime des illusions que cette fausse perception entraîne, cherche à ressaisir sans cesse par des mouvements toujours les mêmes cet équilibre qu'il a perdu. Le vertige visuel qui accompagne la déviation des yeux paraît jouer un grand rôle dans la production de ces mouvements irrésistibles (Gratiolet). — Pour qu'un animal privé de son cerveau puisse se maintenir en équilibre et le reprendre lorsqu'on le culbute, que faut-il ? Ce qu'il faut, c'est : 1° des impressions venues de la périphérie (tactiles, musculaires, visuelles, auditives), et transmises par des nerfs centripètes ; 2° un centre récepteur de ces impressions qui les transforme en sensations ; 3° des impulsions motrices venues de ce centre et allant aux muscles par des nerfs centrifuges. La lésion de cet appareil dans l'une de ses parties, et à plus forte raison dans sa totalité, altérera plus ou moins complètement la faculté d'équilibre.

L'influence des *impressions tactiles* est bien connue. Une grenouille écorchée ou bien à qui on a sectionné toutes les racines postérieures des nerfs spinaux, ne sait plus ni sauter, ni nager, et ne peut plus se rétablir quand on la met sur le dos. L'ataxique, on le sait, a perdu la faculté d'équilibre parce qu'il est frappé d'anesthésie.

L'action des *impressions visuelles* sur les fonctions d'équilibre n'est pas moins évidente. Elle peut, dans une certaine mesure, compenser la perte des impressions tactiles, comme chez les tabétiques ; aussi, l'ataxique vient-il à fermer les yeux, il perd l'équilibre et tomberait si on ne le soutenait pas. Le vertige visuel, d'origine périphérique ou central, détermine aussi, on le sait, une perte d'équilibre.

L'influence des *impressions auditives* sur l'équilibration est plus manifeste encore et beaucoup plus importante. La section des canaux semi-circulaires horizontaux produisent des mouvements latéraux de la tête avec tendance à tournoyer autour d'un axe vertical ; après la section des canaux verticaux, la tête oscille rapidement d'avant en arrière, et l'animal tend à faire la culbute en avant, les pieds par-dessus la tête si les canaux verticaux supérieurs ont été seuls touchés, tandis qu'il tend à culbuter en arrière, la tête par-dessus les pieds, si ce sont les canaux verticaux postérieurs qui ont été atteints. Après la destruction de tous les canaux, l'animal ne peut plus se maintenir en équilibre.

Tous ces phénomènes, vérifiés jusque chez l'Homme dans le cas de *maladie* ou *vertige de Ménière*, s'observent alors que le limaçon est détruit et le cerveau enlevé ; ni la perte de l'ouïe ni les impressions conscientes n'interviennent donc dans leur production. Il ne paraît

pas non plus qu'ils soient dus à de simples troubles moteurs réflexes consécutifs à des excitations venues des canaux demi-circulaires (Lœwemberg), ou du nerf acoustique lui-même (Brown-Séquard). En fin de compte on les attribue à la lésion des canaux semi-circulaires de l'oreille interne qui seraient des *centres d'équilibration*, donnant à l'animal la notion de la position de sa tête dans l'espace (*Sens de l'espace*, Cyon).

La *coordination des mouvements* est aussi dévolue aux centres encéphaliques inférieurs, puisqu'elle se maintient chez l'animal qu'on a privé de ses hémisphères cérébraux, aussi bien que chez l'homme qui occupe son cerveau à tout autre chose, alors que ses mouvements continuent avec une précision parfaite. Cette fonction se confond en partie avec celle de l'équilibration, mais on peut théoriquement les séparer. Pour que cette fonction puisse s'exécuter, il lui faut comme pour tout mouvement réflexe, un système conducteur centripète ou sensitif, un centre récepteur et réflecteur, et un système conducteur centrifuge ou moteur. Les impressions sensitives semblent passer en grande partie à travers le cervelet, d'où la perte de l'équilibre et de la coordination des mouvements dans les lésions de cet organe; le centre réflexe n'est pas unique, mais se compose d'une foule de centres, les uns purement réflexes, les autres conscients, qui agissent synergiquement. Ce qui explique que la coordination motrice peut être troublée par des lésions du cervelet, de la protubérance, du bulbe, des tubercules quadrijumeaux, des couches optiques.

Mathias Duval et Laborde ont observé que les lésions du vermis du cervelet donnent lieu à des déviations dissociées des yeux. Ces phénomènes oculaires par excitation cérébelleuse avaient été déjà notés par Leven, Olivier et Ferrier.

La phrénologie enfin, avait considéré le cervelet comme l'*organe de l'amour*, et plus récemment Courmont l'a regardé comme un organe de sensibilité psychique, comme le centre des sentiments et de l'émotivité, qui réagirait sur les centres moteurs cérébraux par mécanisme réflexe (Courmont, *Le Cervelet*, Paris 1891). Que le cervelet n'est pas l'organe du sens génital, l'organe de l'amour et de la passion érotique, les Batraciens anoures le prouvent, eux qui ont un cervelet si rudimentaire qu'il est presque introuvable, et qui cependant se livrent à la copulation avec une ardeur incomparable, jusqu'à devenir insensibles et étrangers à la douleur physique la plus vive! Combette n'a-t-il pas, de son côté, rapporté l'observation d'une jeune fille tout à fait privée de cervelet, et qui cependant, pendant sa vie, se livrait avec passion à la masturbation. — Laborde a conservé des coqs auxquels il avait enlevé le cervelet et qui malgré cela essayaient de cocher les poules. S'ils n'y arrivaient pas, c'est qu'ils avaient perdu l'équilibre de leurs mouvements; et il y a longtemps que Leuret a fait voir que la castration ne fait pas diminuer le cervelet. Enfin, les statistiques de Ladame sur les tumeurs de cet organe infirment également l'opinion des phrénologues.

Art. V. — QUATRIÈME VENTRICULE

Nous connaissons les organes qui contribuent à former le quatrième ventricule, bulbe, protubérance et cervelet; c'est le moment d'étudier ce ventricule.

Le *quatrième ventricule*, *ventricule du cervelet* (IV, fig. 84), est une cavité rhomboïdale (sinus rhomboïdal), intermédiaire au bulbe et à la protubérance qui constituent sa paroi inférieure ou antérieure, et d'autre part au cervelet qui contribue à former sa paroi supérieure ou postérieure.

Aplati de haut en bas, il présente à considérer, une paroi inférieure ou

plancher, une paroi supérieure ou voûte, quatre bords, dont deux supérieurs et deux inférieurs, et quatre angles, deux latéraux, un inférieur et un supérieur.

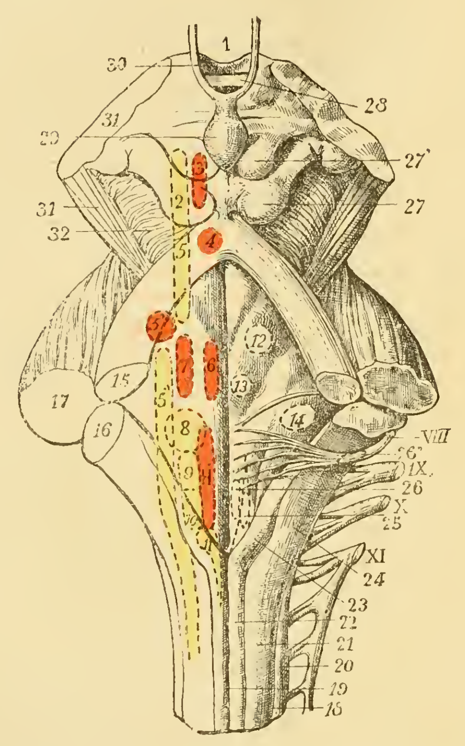


Fig. 83. — Plancher du 4e ventricule vu de face. (Le côté gauche de la figure représente les noyaux bulbo-protubérantiels comme sensément vus par transparence).

1, ventricule moyen du cerveau ; 2, 5, racine ascendante du trijumeau ; 3, noyau de l'oculo-moteur commun ; 4, noyau du pathétique ; 5', noyau masticateur du trijumeau ; 5", racine ascendante du trijumeau ; 6, noyau de l'oculo-moteur externe ; 7, noyau du facial ; 8, noyau postérieur de l'acoustique ; 9, noyau dorsal ou sensitif du glosso-pharyngien ; 10, noyau sensitif du pneumogastrique ; 11, noyau sensitif du spinal ; H, noyau de l'hypoglosse ; 12, locus cœruleus ; 13. eminentia teres ; 14, fovea anterior ; 15, coupe du pédoncule cérébelleux supérieur ; 16, coupe du pédoncule cérébelleux inférieur ; 17, coupe du pédoncule cérébelleux moyen ; 18, sillon latéral du bulbe ; 19, sillon médian postérieur du bulbe ; 20, cordon latéral ; 21, cordon postérieur ; 22, faisceau de Goll ; 23, pyramide postérieure du bulbe ; 24, corps restiforme ; 25, aile grise (fovea posterior en pointillé) ; 26, aile blanche interne (funiculus teres en pointillé) ; 26', tœnia cinerea ; 27, tubercules quadrijumeaux postérieurs ; 27', tubercules quadrijumeaux antérieurs ; 28, commissure blanche postérieure du cerveau ; 29, glande pinéale ; 30, freins de la glande pinéale ; 31, coupe du pédoncule cérébrale ; VIII, 8e paire ; IX, 9e paire ; X, 10e, paire ; XI, 11e paire des nerfs crâniens.

a. Paroi inférieure ou plancher du 4e ventricule. — Le *plancher du quatrième ventricule*, tapissé d'une couche de substance grise qui fait suite

à celle de la moelle, représente un losange (plancher du sinus rhomboïdal) formé par deux triangles qui seraient adossés par leur base. — Le triangle inférieur (calamus) appartient à la face postérieure du bulbe, le triangle supérieur à la face postérieure de la protubérance annulaire.

Sur la ligne médiane, le plancher du quatrième ventricule présente un léger sillon, tige du calamus, et de chaque côté plusieurs saillies rondes ou allongées, plus ou moins visibles, mais en général peu apparentes. — Ce sont, dans le triangle inférieur, et de dedans en dehors, c'est-à-dire de la tige du calamus vers le corps restiforme : 1° l'aile blanche interne (26, fig. 83) ; 2° l'aile grise (25, fig. 83) ; 3° l'aile blanche externe (10, fig. 55). Dans le triangle supérieur, on trouve : de chaque côté de la tige du calamus et près de la base du triangle, deux éminences arrondies, *eminentia teres* (13, fig. 83) ; plus haut, deux autres saillies, *locus cœruleus* (12, fig. 83). Chacune de ces saillies correspond à l'origine d'un nerf crânien. Sous le *locus cœruleus*, c'est l'origine de la petite racine du trijumeau ; — sous l'*eminentia teres*, l'origine commune du facial et du moteur oculaire externe ; — sous l'aile blanche interne, le grand hypoglosse ; — sous l'aile grise, les racines motrices des nerfs glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal ; — sous l'aile blanche externe, une partie des fibres de l'acoustique et les fibres sensitives des nerfs mixtes (glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal). — L'aile blanche interne répond à un relief, *funiculus teres* ; l'aile grise à une dépression, *fovea posterior*. En dehors et un peu au-dessus de l'*eminentia teres* existe aussi une légère dépression, *fovea anterior*, colorée en gris-bleuâtre, *substantia ferruginea* d'Arnold (Voy. fig. 83).

Au niveau de la partie moyenne du plancher du quatrième ventricule, enfin, on voit des stries blanches transversales en nombre variable, qui se portent en dehors en convergeant : ce sont les *barbes du calamus*, que l'on considère comme les racines postérieures du nerf auditif (g, fig. 54), mais que certains histologistes ont considérées comme des fibres commissurales entrecroisées entre les deux noyaux postérieurs opposés du nerf auditif. Quelques-unes ne se rendent pas au tronc de l'acoustique, mais se portent obliquement en haut et en dehors vers les pédoncules cérébelleux supérieurs. L'une d'elles, plus apparente, porte le nom de *baguette harmonique de Bergmann* (14, fig. 55). Entre les barbes du calamus, on voit des stries de substance grise, *fasciolæ cineræ* d'Arnold, qui forment en convergeant vers les angles latéraux du ventricule, un petit renflement, le *tæniola cinerea* de Henle (26', fig. 83).

A quoi correspondent les diverses formations que nous venons de décrire? — Des coupes horizontales sériées du bulbe rachidien et de la protubérance annulaire permettent de répondre à cette question.

En pénétrant dans le bulbe, la substance grise de la moelle épinière s'étale, nous l'avons vu, sur le plancher du quatrième ventricule, et ses cornes se trouvent fragmentées en plusieurs tronçons par l'entrecroisement des pyramides.

Ainsi disposée, la substance grise, sous le plancher du quatrième ventricule, représente quatre colonnes longitudinales irrégulières et discontinues, deux centrales et deux superficielles (de chaque côté).

La *base de la corne antérieure* forme une colonne superficielle, colonne *superficielle interne* (19, fig. 65), qui longe de chaque côté la tige du calamus. — Cette colonne, de nature motrice constitue quatre masses grises principales ou noyaux d'où émergent de

bas en haut : 1° l'hypoglosse (sous l'aile blanche interne) ; — 2° le moteur oculaire externe et le facial (*eminentia teres* ou noyau commun de l'oculo-moteur et du facial) ; — 3° plus haut, de chaque côté de l'orifice inférieur de l'aqueduc de Sylvius, les noyaux d'origine des nerfs oculo-moteur commun et pathétique (3 et 4, fig. 83).

La *tête de la corne antérieure* forme une colonne interrompue par le passage des fibres arciformes et s'allonge sous la forme d'un noyau, *colonne centrale antéro-interne* (8, fig. 65), noyau antéro-latéral des auteurs, de nature motrice.

Cette colonne constitue quatre noyaux superposés qui sont de bas en haut : 1° le noyau moteur des nerfs mixtes (sous l'aile grise) ; — 2° le noyau accessoire de l'hypoglosse ; — 3° le noyau inférieur ou propre du facial ; — 4° le noyau de la racine motrice du trijumeau (Voy. fig. 83 et 85) ou noyau masticateur, en pleine protubérance.

La *base de la corne postérieure* forme à son tour une colonne qui s'étend de chaque côté de la tige du *calamus scriptorius*, mais en dehors de la colonne constituée par la base de la corne antérieure ; c'est la colonne superficielle externe, de nature sensitive (1, fig. 65). Elle forme les noyaux des nerfs suivants : 1° noyau sensitif des nerfs mixtes (8, 9, 10, fig. 83) et racine bulbaire, antérieure ou interne (8, fig. 83) de l'acoustique (sous l'aile blanche externe) ; 2° plus haut le noyau d'une partie des fibres sensitives du trijumeau (5, fig. 83).

La *tête de la corne postérieure* forme une colonne qui longe en dehors et en arrière la colonne que représente la tête de la corne antérieure ; c'est la *colonne centrale antéro-externe* (18, fig. 65), de nature sensitive. Apparente à sa partie inférieure sous le nom de tubercule cendré de Rolando, elle forme dans la protubérance la racine bulbaire ou ascendante du trijumeau (5'', fig. 83).

b) Paroi supérieure ou voute du 4e ventricule. — La *paroi supérieure*, *voûte ou toit du 4e ventricule*, comprend un segment antérieur et un segment postérieur.

Le segment antérieur dérive de la lame cérébelleuse (3, fig. 84). Il est formé par la valvule de Vieussens ou voile médullaire antérieur, uni de chaque côté aux pédoncules cérébelleux supérieurs.

Le triangle qui avoisine l'aqueduc de Sylvius porte le nom de *tente du ventricule*, et son sommet celui de *fastigium* (Reichert).

Le segment postérieur de la voûte dérive du plafond de l'arrière-cerveau (Voy. Développement du cerveau). — Il est réduit chez l'adulte à un simple feuillet épithélial, *membrana tectoria*, qui tapisse la toile choroïdienne du quatrième ventricule. D'où lorsqu'on a enlevé cette toile, le ventricule se trouve ouvert. — Nous verrons absolument la même chose, relativement au toit du troisième ventricule. Cette membrane obturatrice fait suite au bord libre des valvules de Tarin (1), recouvre exactement le triangle bulbaire du 4e ventricule et s'implante sur les bords latéraux du triangle en se continuant avec la membrane épendymaire qui tapisse le plancher du quatrième ventricule. Quelques segments de la voûte du quatrième ventricule s'épaississent cependant et donnent naissance à deux lamelles de tissu nerveux, l'*obex* ou *verrou* que nous connaissons et qui n'est qu'un petit pont jeté entre les deux pyramides postérieures au niveau de la pointe du calamus scriptorius et le *tænia* ou *ligula* du quatrième ventricule, sorte de tractus qui s'insèrent de chaque côté sur les bords latéraux du quatrième ventricule, et se

(1) Dans certains cas, ce repli de la valvule de Tarin constitue une mince membrane nerveuse, qui se continue avec l'épendyme qui tapisse les plexus choroïdes et va s'attacher de chaque côté sur les corps restiformes. — La disposition primitive ou embryonnaire est presque conservée, et l'on peut dès alors avoir une juste idée du voile médullaire inférieur.

continuent avec l'épithélium des plexus choroïdes et le bord concave des valvules de Tarin. La membrane obturatrice est recouverte par la luette du vermis, l'extrémité antérieure des amygdales, la face inférieure des valvules de Tarin qui, vu la minceur de la membrane obturatrice, *semblent* constituer à ce niveau le toit du quatrième ventricule.

c. Bords du quatrième ventricule. — Les *bords supérieurs* sont formés par l'union des pédoncules cérébelleux supérieurs avec la protubérance annulaire; — les *bords inférieurs* par l'union des corps restiformes avec le bulbe, bords complétés par cette lamelle qui s'étend du tœnia aux lobules tonsillaires du cervelet.

d. Angles du quatrième ventricule. — Les *angles latéraux* du sinus rhomboïdal, *recessus latérales* de Reichert, sont formés par deux diverticulums qui correspondent à la séparation et à l'écartement des trois pédoncules du cervelet. — L'*angle antérieur* ou *supérieur* correspond à l'union angulaire des deux pédoncules cérébelleux supérieurs. On y voit l'orifice inférieur de l'aqueduc de Sylvius, canal creusé sous les tubercules quadrijumeaux et faisant communiquer le quatrième avec le troisième ventricule. — L'*angle inférieur* répond à l'angle de séparation des deux corps restiformes et au bec du calamus. — On y voit l'orifice qui fait communiquer le quatrième ventricule avec le canal central de la moelle. — C'est aussi à ce niveau qu'on trouve une ouverture qui ferait communiquer le quatrième ventricule avec l'espace sous-arachnoïdien, le *trou de Magendie* (19, fig. 85).

e. Toile choroïdienne inférieure et plexus choroïdes du quatrième ventricule. — La *toile choroïdienne inférieure* (5, fig. 84) est formée par un repli de la pie-mère bulbaire qui descend du cervelet et s'enfonce dans le sinus rhomboïdal en tapissant le vermis inférieur, les amygdales et les valvules de Tarin (feuillet supérieur), puis se réfléchit en bas et en arrière à partir du bord concave des valvules de Tarin, pour couvrir comme un voile la voûte ou membrane obturante du segment bulbaire du ventricule (feuillet inférieur), et se continuer au niveau du bec du calamus avec la pie-mère de la moelle.

Quant aux *plexus choroïdes*, ce sont deux cordons rougeâtres formés de capillaires pelotonnés qui commencent l'un à côté de l'autre, par une extrémité très fine au sommet de la toile choroïdienne, puis montent au-dessus du vermis pour diverger l'un de l'autre au niveau de la base de la toile (ligne de réflexion) et se porter sous forme de houppes vasculaires vers les angles latéraux du sinus rhomboïdal où ils s'enfoncent dans les diverticules du sinus jusque dans l'espace sous-arachnoïdien pour venir faire saillie au-dessous des lobules des pneumogastriques. Leur disposition générale rappelle la forme d'un T majuscule dont la base correspondrait à la base du triangle bulbaire.

Les *artères* de la toile et des plexus choroïdes proviennent de l'artère cérébelleuse postérieure et inférieure.

f. Trou de Magendie et trous de Luschka. — De notre description, il résulte que le quatrième ventricule est une cavité fermée de toutes parts,

sauf en haut, où elle communique avec l'aqueduc de Sylvius, et en bas, où elle se continue avec le canal central de la moelle. Cette description serait inexacte cependant si nous ne mentionnions point l'existence de trois petits trous percés sur le toit du quatrième ventricule et par l'intermédiaire desquels cette cavité communique avec les espaces sous-arachnoïdiens. — Soulevez le bulbe et écartez-le du cervelet et vous voyez au niveau du bec du calamus un trou irrégulier creusé dans la voûte du quatrième ventricule, toile choroïdienne et membrane obturante y compris : c'est le *trou de Magendie*, du nom de l'illustre physiologiste qui l'a découvert en 1842. — Pareillement, réclinez les lobules du pneumogastrique du cervelet et vous verrez aux angles latéraux du quatrième ventricule deux orifices irréguliers par lesquels encore la cavité du quatrième ventricule communique avec le tissu cellulaire sous-arachnoïdien : ce sont les *trous de Luschka*.

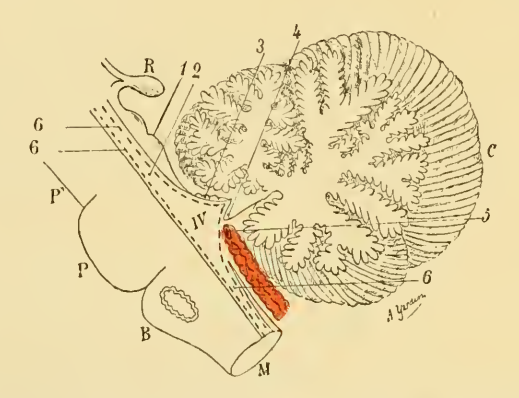


Fig. 84. — Coupe sagittale du 4e ventricule passant sur le côté de la ligne médiane. — Toile choroïdienne inférieure.

B, bulbe rachidien ; C, cervelet; M, moelle épinière; P, pont de Varole; P', pédoncule cérébral; R, glande pinéale. 1, tubercules quadrijumeaux; 2, aqueduc de Sylvius; 3, valvule de Vieussens; 4, valvule de Tarin; 5, plexus choroïdes et toile choroïdienne du 4e ventricule; 6, canal central de la moelle; 6' 6' membrane épendymaire.

Mais on a contesté l'existence de ces orifices. Théoriquement, le *trou de Magendie* ne doit pas exister puisque dans tous les ventricules les plexus choroïdes sont recouverts par l'épendyme, c'est-à-dire par le toit très aminci des vésicules cérébrales dans lesquelles ils se sont invaginés (Voy. fig. 84). D'autre part, si nous nous rappelons que les cavités ventriculaires sont des cavités qui ne contiennent aucun liquide à l'état normal, on peut se demander pourquoi l'organisme aurait besoin du trou de Magendie. Aussi, tandis que Luschka, Key et Retzius, Schwalbe, Bochdaleck, Sappey, etc., considèrent le trou de Magendie comme un trou normal, d'autres anatomistes, et parmi eux Burdach, J. Cruveilhier, Reichert, Kölliker, pensent-ils que le trou de Magendie est un orifice artificiel que l'on crée en éloignant le bulbe du cervelet par déchirure de la toile choroïdienne et consécutivement de la membrane obturante qui lui adhère intimement. — Marc Sée d'une part, et C. Hess de

l'autre cependant, dans des recherches récentes, en arrivent tous deux à conclure que les trous de Magendie et de Luschka sont bien des orifices normaux, des sortes d'éraillures de la toile choroïdienne et de la membrane du toit qu'elle soutient, et par lesquels les cavités ventriculaires et le canal épendymaire de la moelle peuvent communiquer avec la cavité sous-arachnoïdienne.

Nous avons dit que Mouret, dans des recherches plus récentes encore (1891), prétend avoir vu un liquide coloré introduit dans le troisième ventricule sortir par le trou de Magendie qui apparaît dès lors « large et bien ouvert », mais après un examen minutieux et multiplié de cette région de l'encéphale, je me range de plus en plus à l'opinion de mon maître éminent, le Prof. Mathias Duval, à savoir que le trou de Magendie n'est qu'un espace aminci et fenêtré de l'angle inférieur du toit du quatrième ventricule, analogue aux espaces fenêtrés du grand épiploon.

Art. VI. — Aqueduc de Sylvius.

Un canal de un centimètre et demi de long, creusé au dessous des tubercules quadrijumeaux, fait communiquer le quatrième ventricule avec le troisième ou ventricule des couches optiques (2, fig. 84, 16, fig. 85 et 13, fig. 74). — Ce canal, qui dérive de la vésicule cérébrale moyenne, c'est le *canal de Sylvius*, déjà connu malgré son nom, de Galien et Arantius.

Ses parois sont formées : en haut par la valvule de Vieussens, les tubercules quadrijumeaux et la commissure blanche postérieure, au-dessous de laquelle se voit l'orifice supérieur (*anus*) de l'aqueduc ; — en bas, par la région de la calotte des pédoncules cérébraux. — Son plancher est sillonné par la continuation du sillon médian du quatrième ventricule, et ses parois sont constituées par de la substance grise, continuation de celle de la moelle épinière, où l'on remarque des amas ganglionnaires qui donnent origine aux fibres de divers nerfs crâniens (III, IV, fig. 85).

Art. VII. — Origines des nerfs bulbo-protubérantiels.

Les *masses grises* qui prolongent les *cornes antérieures* de la moelle épinière dans le bulbe représentent les *noyaux d'origine des nerfs moteurs bulbo-protubérantiels.*

La base, séparée de la tête de la corne par la décussation des cordons pyramidaux, reste contiguë au canal central, se prolonge sur toute l'étendue du plancher du quatrième ventricule, de chaque côté du raphé, et y forme les amas connus sous le nom de *noyau de l'hypoglosse* (sous l'aile blanche interne), *noyau commun du facial et de l'oculo-moteur interne* (sous l'eminentia teres), *noyau du moteur oculaire commun* et *noyau du pathétique* de chaque côté de l'aqueduc (Voy. fig. 83 et 85).

La tête de la corne antérieure, coupée et fragmentée par le passage des fibres

arciformes, forme ce que l'on connaît depuis les travaux de Stilling, Clarke, Kölliker, J. Dean, sous le nom de *noyau antéro-latéral*. Ce noyau, c'est le noyau moteur des nerfs mixtes (21, 22 et 23, fig. 85) ; par ses parties les plus internes, il représente le *noyau antérieur* ou *accessoire de l'hypoglosse*, plus haut le *noyau propre* ou *inférieur du facial* (24, fig. 85), et en pleine protubérance, le *noyau masticateur* ou *moteur du trijumeau* (V, fig. 85).

Les *masses grises* de la corne postérieure de la moelle prolongées dans le bulbe, forment à leur tour, les *noyaux sensitifs des nerfs bulbo-protubérantiels*. Après avoir fourni en arrière les deux excroissances appelées *noyau du cordon de Goll* et *noyau du cordon de Burdach*, la *base* de la corne postérieure constitue les *noyaux sensitifs des nerfs mixtes* (glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal), et au-dessus de ces noyaux une nappe grise qui représente le *centre bulbaire de la racine interne de l'acoustique;* plus haut elle forme *un des noyaux sensitifs du trijumeau* (Voy. fig. 83). La *tête* de cette corne saillante sous les olives sous le nom de tubercule cendré de Rolando, monte jusque dans la protubérance et forme la racine bulbaire ou ascendante du trijumeau (portion sensitive).

Parmi les douze paires de nerfs crâniens, dix ont leur point de départ, nous venons de le voir, dans la substance grise du système médullaire qui s'est prolongée dans le bulbe et la protubérance sous la forme des quatre colonnes sensitives et motrices que nous venons d'étudier.

Ces nerfs sont tous comparables entre eux et comparables aux nerfs rachidiens. La *loi des doubles racines* leur est applicable comme aux nerfs spinaux, et c'est ainsi que ceux qui sont destinés au mouvement naissent des prolongements des cornes antérieures de la moelle, tandis que ceux qui président à la sensibilité, sortent des prolongements bulbo-protubérantiels des cornes postérieures de la moelle. Mais la différence qui existe entre les nerfs rachidiens et les nerfs crâniens, c'est que dans les premiers, les deux racines s'unissent intimement en dehors du ganglion rachidien pour constituer un nerf mixte, tandis que dans les nerfs crâniens, les racines dorsales ou sensitives et les racines ventrales ou motrices restent généralement séparées et forment des nerfs, soit exclusivement moteurs, soit exclusivement sensitifs. En d'autres termes, les nerfs crâniens représentent des paires rachidiennes dissociées, dans lesquelles les racines antérieures et postérieures demeurent habituellement isolées et forment de la sorte des nerfs qui peuvent être à leur origine des conducteurs de motricité ou de sensibilité pure. Encore, à lui seul, le grand hypoglosse représente-t-il, nous le verrons, une vraie paire rachidienne puisqu'il présente, dans certains cas, un ganglion sur sa racine postérieure. L'existence de ces dix paires de nerfs à caractère segmentaire, vient confirmer l'existence d'au moins neuf vertèbres crâniennes primitives. Ce n'est qu'en raison de la contraction des métamères céphaliques que ces paires de nerfs se sont concentrées en deux groupes, l'un antérieur, le *groupe trijumeau* ou tronc commun nerveux des arcs branchiaux antérieurs, et l'autre postérieur, le *groupe pneumogastrique* ou tronc commun nerveux des arcs branchiaux postérieurs.

On peut donc considérer le mésocéphale, de même que la moelle épinière, comme formée par une série de segments correspondant aux nerfs crâniens. Or, tout noyau spinal a des conducteurs périphériques qui amènent à la moelle les impressions extérieures (nerfs sensitifs ou centripètes) et conduisent aux muscles la réaction motrice (nerfs moteurs ou centrifuges), et des conducteurs centraux qui vont ou viennent de l'encéphale auquel ils conduisent les impressions (fibres nerveuses sensitives) ou dont ils ramènent les ordres (fibres nerveuses motrices). Ces voies sensitives et motrices nous les avons étudiées ou nous les étudierons en leur temps et lieu.

Ici, j'ajouterai seulement que tout centre ou noyau de nerf crânien est aussi en relation avec l'extérieur par ses racines périphériques, et avec le cerveau par ses fibres centrales. Ces dernières sortent du noyau gris d'origine, et toutes sont croisées à l'exception peut-être du nerf pathétique qui paraît subir unê décussation totale de ses fibres efférentes. Nous verrons bientôt l'origine des racines cérébrales des nerfs bulbo-protubérantiels, retenons seulement pour l'instant l'importance de cet entrecroisement des racines des nerfs crâniens pour expliquer les paralysies alternes (p. 131) dans les affections de la protubérance.

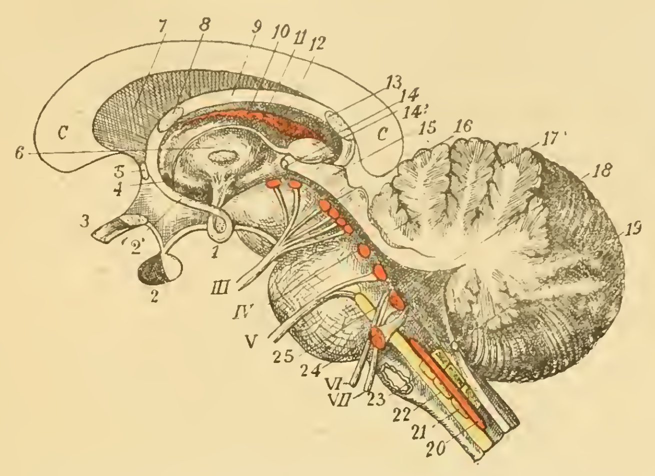


Fig. 85. — Coupe sagittale schémaitque de l'isthme de l'encéphale, du bulbe, du cervelet et du cerveau. Noyaux bulbo-protubérantiels et noyaux de l'aqueduc.

C, C, corps calleux ; 1, tubercule mamillaire ; 2, glande pituitaire ; 2', pilier antérieur de la voûte ; 3, chiasma optique ; 4, trou de Monro ; 5, commissure blanche antérieure ; 6, couche optique (face interne sur laquelle on voit au centre l'insertion de la commissure grise) ; 7, septum lucidum ; 8, coupe de la bandelette géminée gauche ; 9, voûte à quatre piliers ; 10, toile choroïdienne du 3e ventricule ; 11, frein de la glande pinéale ; 12, cavité du ventricule latéral droit ; 13, coupe du pilier postérieur de la voûte ; 14, glande pinéale ; 14', commissure blanche postérieure ; 15, tubercules quadrijumeaux ; 16, aqueduc de Sylvius, 17, valvule de Vieussens ; 18, quatrième ventricule ; 19, trou de Magendie ; 20, noyau de l'hypoglosse ; 21, noyau moteur du spinal ; 22, noyau moteur du pneumogastrique ; 23, noyau moteur du glosso-pharyngien (les noyaux sensitifs de ces trois nerfs sont en regard de chacun des noyaux moteurs, sur le plancher du quatrième ventricule (en jaune) ; 24, noyau propre du facial ; 25, noyau commun au moteur oculaire externe et au facial ; III, nerf moteur oculaire commun avec ses six noyaux sur le plancher de l'aqueduc de Sylvius ; IV, noyau du pathétique ; V, nerf trijumeau avec son noyau moteur (en rouge) et son noyau sensitif (en jaune) ; IV, nerf oculo-moteur externe ; VII, nerf facial. (Les noyaux ganglionnaires moteurs sont en rouge, les sensitifs en jaune).

Cependant, comme pour la moelle épinière, on doit faire ici aussi certaines restrictions et admettre que les voies habituelles de transit entre le bulbe et le cerveau peuvent en cas d'obstacle être remplacées par d'autres, et en outre, qu'on peut encore observer des paralysies directes, même quand l'interruption des conducteurs siège au-dessus de l'entrecroisement des cordons de la moelle, en vertu d'inhibitions croisées dans les commissures cérébrales (Brown-Séquard).

Dans l'étude des origines des nerfs crâniens, nous irons de la partie postérieure à la partie antérieure du névraxe, c'est-à-dire de la moelle épinière vers l'encéphale. C'est l'ordre le plus logique à suivre, nous semble-t-il, puisque comme le crâne qui n'est que la différenciation de la partie supérieure de la colonne vertébrale, l'encéphale n'est que la différenciation de la partie supérieure de la moelle épinière. Le dernier nerf crânien, c'est-à-dire le plus inférieur ou 12[e] paire, deviendra ainsi le premier.

1. Nerf grand hypoglosse (12[e] paire). — L'*origine réelle* du grand hypoglosse se fait dans un noyau allongé, appelé parfois *noyau de Stilling*, qui occupe le plancher du 4[e] ventricule où il longe le sillon médian et où il correspond à l'aile blanche interne. Étendu des premières barbes du calamus jusqu'au dessous de l'olive, ce noyau est composé de grosses cellules multipolaires et représente la base de la corne antérieure de la moelle (H, fig. 83, 20, fig. 85,et 5, 4, fig. 86).

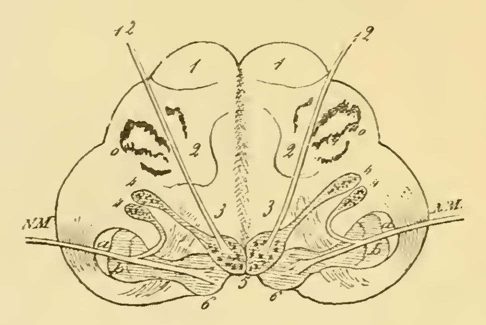


Fig. 86. — Coupe transversale du bulbe rachidien à sa partie moyenne (d'après Mathias Duval). Origine du grand hypoglosse.

1, 1, cordon antérieur ; **2, 2, 3, 3**, cordon postérieur ; **4, 4**, reste de la tête de la corne antérieure de la moelle ; **5, 6**, base des cornes antérieure et postérieure de la moelle ; **12**, nerf grand hypoglosse ; N, M, nerf pneumogastrique ; O, O, olive flanquée à droite et à gauche des corps juxta-olivaires interne et externe ; b, tête de la corne postérieure ; **a**, substance gélatineuse de Rolando (racine bulbaire du trijumeau).

Mathias Duval a décrit à ce nerf un *noyau accessoire*, placé en avant du premier et représenté par une partie de la tête de la corne antérieure (4, fig. 86).

Nées de ces deux noyaux, les racines de l'hypoglosse se portent en avant et en dehors, en passant entre le réseau central et le réseau latéral du bulbe, puis entre l'olive et le corps paraolivaire interne, et par 10 ou 12 filets, émergent comme les filets radiculaires moteurs des nerfs rachidiens au niveau du sillon collatéral antérieur, entre la pyramide antérieure du bulbe et l'olive *(origine apparente)*.

Meyer (de Bonn) a signalé chez certains animaux (bœuf, chien, porc, etc.) une racine postérieure qui semble sortir du corps restiforme et apparaît à l'extérieur au niveau du sillon collatéral postérieur. Cette racine que Vulpian, H. Chiarugi, etc., ont rencontrée aussi

chez l'Homme, porte un petit ganglion sur son trajet. Dès lors on peut admettre que le grand hypoglosse est conformé suivant le type propre des nerfs spinaux; et de fait chez les Vertébrés inférieurs (Dipneustes) le grand hypoglosse est une paire rachidienne complète, la première, et sa racine dorsale porte un ganglion (Iversen) comme on l'observe encore jusque chez les Mammifères pendant la période embryonnaire, et exceptionnellement dans l'espèce humaine. On peut donc considérer le grand hypoglosse comme une paire rachidienne spécialisée pour les mouvements de la parole, et dont les rapports avec les autres nerfs crâniens ne sont pas primordiaux, mais acquis. Dans cette conception, sa racine postérieure pourrait être considérée comme une anomalie réversive.

C'est en perdant sa racine postérieure que le grand hypoglosse se serait définitivement séparé des nerfs rachidiens. — Nous verrons enfin plus tard qu'il représente plusieurs nerfs métamériques. — Quant à sa racine cérébrale nous verrons qu'il la tire de la partie inférieure de la circonvolution frontale ascendante.

D. Roch (*Arch. fur Anatomie*, 1887) a cherché à prouver que les noyaux rouges de Stilling fournissaient des fibres à l'hypoglosse, et Schœder van der Kolk accordait à ce nerf des racines olivaires. Les noyaux de chaque nerf communiquent l'un avec l'autre par des fibres commissurales transversales.

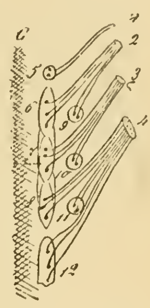


Fig. 87. — Schème de l'origine des nerfs spinal, vague glosso-pharyngien et intermédiaire de Wrisberg.

C, raphé du bulbe ; 1, intermédiaire ; 2, glosso-pharyngien ; 3, vague ; 4, spinal ; 5, noyau de l'intermédiaire ; 6, noyau sensitif du glosso-pharyngien ; 7, noyau sensitif du vague ; 8, noyau sensitif du spinal ; 9, noyau moteur du glosso-pharyngien ; 10, noyau moteur du vague ; 11, noyau moteur du spinal ; 12, noyau médullaire du spinal.

2. Nerf spinal (11e paire). — Le *nerf spinal* ou *accessoire de Willis* naît à la fois de la moelle cervicale et du bulbe. Les *racines médullaires* prennent leur origine dans des grandes cellules appartenant à la corne latérale, puis à la corne antérieure, depuis le sixième nerf cervical jusque dans le bulbe (Dees, Roller, Darckschewich, etc.). Les *racines bulbaires* sortent de deux noyaux, l'un *moteur* qui fait suite à la tête de la corne antérieure (11, fig. 87), l'autre *sensitif*, situé sur les côtés du plancher du quatrième ventricule, au niveau du bec du calamus, et représentant la base de la corne postérieure de la moelle (12, fig. 87). Les racines bulbaires, au nombre de 4 ou 5, traversent en ligne courbe la formation réticulée, et se portant en arrière émergent dans le sillon collatéral postérieur du bulbe au-dessous du pneumogastrique (*origine apparente*). Ces racines forment la branche interne du spinal. Les racines médullaires, au nombre de 6 à 7, émergent de la moelle entre les racines antérieures et postérieures, en arrière du ligament dentelé (*origine apparente*). Ces filets radiculaires constituent la branche externe du nerf (Cl. Bernard).

Assez fréquemment ils s'anastomosent avec les racines postérieures des deux premières paires cervicales, et exceptionnellement, comme pour l'hypoglosse, on a observé que des racines postérieures avec ganglions rudimentaires venaient s'adjoindre au tronc du nerf (Meyer, Vulpian), ce qui fait que ce nerf encore a des caractères spinaux non douteux. Certains auteurs considèrent cependant que le nerf spinal est un nerf exclusivement moteur, d'où ce nerf n'aurait-il normalement qu'un seul noyau, le noyau

moteur, qui se prolonge de la moelle dans le bulbe en dehors du noyau de l'hypoglosse et jusqu'à l'origine motrice du nerf vague.

3. Nerf pneumo-gastrique (10e paire). — Le *nerf pneumo-gastrique* ou *nerf vague* est un nerf mixte, beaucoup plus étendu chez les Vertébrés inférieurs, chez lesquels il englobe le glosso-pharyngien et le spinal. C'est donc une spécialisation d'un complexus nerveux. Ce n'est qu'à partir des Reptiles que le nerf vague devient distinct du spinal. — Son *origine réelle* est double, motrice et sensitive. Les *racines sensitives* prennent leur origine dans la colonne grise des nerfs mixtes, située sur le plancher du quatrième ventricule au-dessous de l'aile grise ou cendrée (10, fig. 83, et 6, fig. 86).

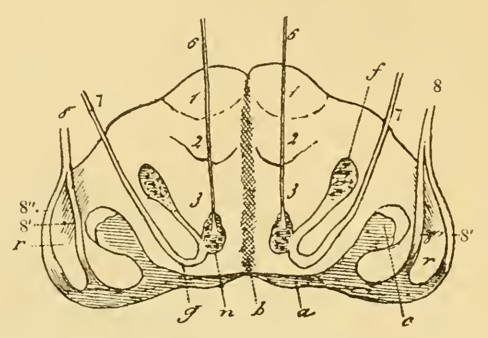


Fig. 88. — Coupe transversale du bulbe à sa partie supérieure (Mathias Duval). — Origine du nerf auditif, du facial et de l'oculo-moteur externe.

a, plancher du 4e ventricule (base de la corne postérieure : noyau de l'acoustique) ; b, raphé ; c, tête de la corne postérieure ; f, tête de la corne antérieure, noyau du facial ; g, genou du facial ; n, base de la corne antérieure (noyau de l'oculo-moteur externe) ; 1, 1, pyramides ; 2, 2, 3, 3, rubans de Reil ; 6, nerf oculo-moteur externe ; 7, nerf facial ; 8, nerf auditif, avec 8' sa racine interne, et 8'' sa racine externe.

colonne fragmentée, qui représente la base de la corne postérieure de la moelle épinière. Les *racines motrices* (4, fig. 86), sortent de noyaux à grosses cellules étoilées, situés profondément dans les parties antéro-latérales du bulbe où ils représentent la tête de la corne antérieure de la moelle et où ils forment une longue colonne qui descend jusque dans la moelle (*bandelette solitaire de Stilling, faisceau respiratoire*) où l'on suppose que cette colonne communique avec les racines du nerf phrénique pour associer les organes sensitifs et moteurs de la respiration. — Enfin, certains auteurs ont admis que par une de ses racines, le nerf vague est en connexion avec le cervelet ; mais d'autres, Roller entr'autres, regardent cette racine comme appartenant à l'acoustique. Les racines motrices se portent en arrière, et par un trajet curviligne rejoignent les racines sensitives ; le tronc commun longeant alors le réseau latéral va sortir dans le sillon collatéral sous la forme de plusieurs filets que l'on voit entre le glosso-pharyngien et le spinal *(origine apparente)*.

Dans la période embryonnaire, la région occipitale présente une disposition métamérique analogue à celle du tronc, aussi bien au point de vue des somites (4 à 5) qu'à celui des nerfs occipitaux. On peut donc dire que la région occipitale est un fragment du tronc qui s'est fusionné avec ce qui reste en avant.

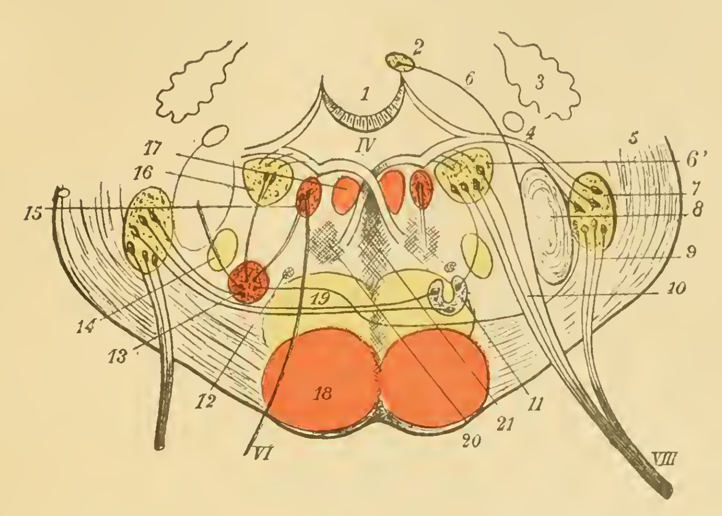


Fig. 89. — Origines du nerf acoustique (en partie d'après Edinger)

1, vermis supérieur du cervelet ; 2, noyau du toit de Stilling ; 3, olive du cervelet ; 4, noyau de Deiters ; 5, protubérance annulaire ; 6, racine cérébelleuse de l'acoustique ; 6' noyau interne ou dorsal de l'acoustique ; 7, noyau externe ou ventral de l'acoustique ; 8, corps restiforme ; 9, racine antérieure ou externe de l'acoustique ; 10, sa racine postérieure ou interne ; 11, olive protubérantielle; 12, faisceau central de la calotte de Bechterew; 13, noyau du facial; 14, racine ascendante du trijumeau ; 15, noyau de l'oculo-moteur externe ; 16, noyau dorsal de l'auditif ; 17, faisceau longitudinal postérieur du bulbe ; VIII, nerf auditif.

Le nerf vague est compris à son origine dans le segment occipital. C'est le nerf des derniers arcs branchiaux ; il porte un ganglion branchial. La racine du nerf vague doit être considérée comme semblable à une racine dorsale spinale, avec cette différence qu'elle est composée de plusieurs nerfs métamériques dont les métamères (occipitales) sont maintenant disparus. Au contraire, l'accessoire de Willis rentre dans le système des racines spinales antérieures cervicales et occipitales, l'hypoglosse de son côté étant constitué par la réunion de plusieurs racines ventrales occipitales, mais accompagnées de racines dorsales rudimentaires (1).

4. — Nerf glosso-pharyngien (9e paire). — Nerf mixte comme le pneumogastrique dont il partage les origines, le *glosso-pharyngien* naît de deux noyaux, l'un *moteur* (23, fig. 85), qui représente la tête de la corne antérieure de la

(1) G. Chiarugi. *Le développement des nerfs vague, accessoire, hypoglosse et premiers cervicaux chez les Sauropsidés et les Mammifères* (Arch. de Biologie, t. XIII, fasc. III, p. 423, 1890).

moelle dans les parties antéro-latérales du bulbe, l'autre *sensitif* (9, fig. 83), situé sur les côtés du raphé du quatrième ventricule, au niveau de la partie supérieure de l'aile grise, et répondant à la continuation dans le bulbe de la corne postérieure de la moelle (colonne des nerfs mixtes). Ce noyau est recouvert par le noyau interne ou principal de l'acoustique. Les fibres radiculaires motrices suivent un trajet récurrent pour se joindre aux fibres sensitives. Unies ensemble les deux sortes de fibres traversent le bulbe entre le faisceau latéral et le corps restiforme et émergent au niveau du sillon collatéral postérieur du bulbe *(origine apparente)* en avant du corps restiforme, entre le nerf vague et le nerf auditif.

5. Nerf acoustique (8e paire). — Les origines de l'acoustique sont multiples. On lui a décrit 3 noyaux ou foyers : 1° Un *noyau interne* ou *postérieur*, gros renflement, composé d'un grand nombre de petites cellules, qui s'étale sur le plancher du 4e ventricule au niveau de l'aile blanche externe, et représente à ce niveau la colonne sensitive postérieure (a, fig. 88, 8, fig. 83, 6, fig. 89). — 2° Un *noyau externe* ou *antérieur* situé tout à fait en avant, près de la partie antérieure du corps restiforme (8', fig. 88). — 3° Un *noyau latéral* ou *tubercule acoustique* (7, fig. 89), situé à la partie externe du corps restiforme au point où il se coude pour monter dans le cervelet. Ce noyau se poursuit jusque dans l'écorce du cervelet. Certains auteurs considèrent en outre le *noyau de Deiters* (4, fig. 89), qui monte de l'olive vers le corps restiforme, comme un centre acoustique (1).

Ce sont là les origines directes du nerf auditif, mais ce nerf a d'autres relations encore imparfaitement connues. Outre ses connexions cérébrales communes à tous les nerfs crâniens ou rachidiens, il est en communication avec le cervelet (6, fig. 89) par un filet (branche vestibulaire et ampullaire de l'acoustique) qui suit le pédoncule cérébelleux inférieur et se rend aux noyaux du toit (*faisceau sensoriel* d'Edinger), et avec le lobe temporal du cerveau par des fibres qui suivent les rubans de Reil, traversent les tubercules quadrijumeaux postérieurs, les corps genouillés internes, et la couronne rayonnante. Mathias Duval, Monakow, Flechsig, Bœhterew, Baginsky et Spitzka nous ont tracé le parcours et les étapes encéphaliques de ce nerf. Il est en rapport, en outre, avec l'olive protubérantielle et avec le noyau de l'oculo-moteur externe, connexions remarquables et importantes dans la question de l'équilibration, car l'olive reçoit un faisceau cérébelleux (11, 13, 15, fig. 89). — Son centre cérébral siège dans l'écorce temporale ; c'est le foyer de la mémoire auditive verbale. — Quoi qu'il en soit, le nerf acoustique est constitué par l'accolement de deux racines distinctes : 1° une *racine interne* (8', fig. 88), encore appelée parfois antérieure ou profonde, qui sort du noyau interne, et peut-être aussi du noyau de Deiters, ainsi que du noyau cérébelleux, et va constituer la branche vestibulaire du nerf (Forel, Bechterew), qui joue un rôle important dans l'équilibre du corps ; — 2° une *racine externe* (8", fig. 88), aussi appelée postérieure

(1) L. Sala (*Arch. ital. de Biologie*, 1891) a émis l'opinion que le *noyau de Deiters*, le noyau dorsal et le *noyau de Bechterew* ne sont pas des noyaux d'origine pour les fibres du nerf acoustique. Il ne considère comme tels que le noyau ventral et le *tubercule latéral* de Stiéda.

ou superficielle, qui naît du tubercule acoustique et du noyau antérieur, contourne le corps restiforme, et devient la branche cochléaire du nerf acoustique. Ces deux racines réunies émergent du bulbe au niveau de la fossette latérale (*origine apparente* du nerf auditif), en dehors du nerf facial.

Quant aux barbes du calamus ou stries acoustiques, elles ne sont plus considérées comme allant directement se rendre dans le tronc du nerf auditif, mais comme des fibres commissurales croisées qui unissent les racines acoustiques des côtés opposés, ou bien le noyau interne ou latéral des deux côtés.

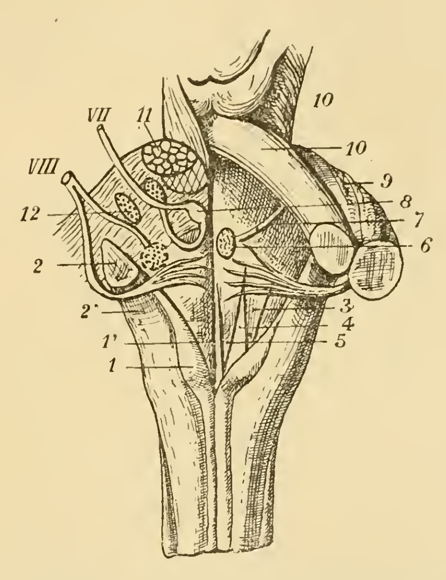


Fig. 90. — Dissection schématique du bulbe et de la protubérance pour montrer les origines du facial et de l'acoustique. (Imité de Henle et de Mathias Duval).

1, pyramide postérieure du bulbe; 1', tige de calamus; 2, pédoncule cérébelleux inférieur sectionné; 2', corps restiforme; 3, aile blanche externe; 4, aile grise; 5, aile blanche interne; 6, saillie du fasciculus teres; 7, baguette harmonique; 8, noyau commun au facial et à l'oculo-moteur externe; 9, pédoncule cérébelleux moyen; 10, pédoncule cérébelleux supérieur; 10', pédoncule cérébral et Ruban de Reil; 11, faisceaux pyramidaux sectionnés; 12, noyau du trijumeau; VII, nerf facial avec ses deux noyaux; VIII, nerf auditif avec ses deux racines et les stries acoustiques (barbes du calamus).

6. Nerf facial (7[e] paire). — Le facial naît de deux noyaux. L'un, *noyau propre* ou *inférieur*, situé dans le champ du réseau latéral du bulbe, sur le prolongement de la colonne motrice des nerfs mixtes, est composé de grosses cellules multipolaires et fait suite à la corne antérieure de la moelle (7, fig. 83, 24, fig. 85 et f, fig. 88); l'autre, *noyau commun* au facial et à l'oculo-moteur externe ou *noyau supérieur* (18, fig. 85, et n, fig.88) est situé sur le plancher du 4[e] ventricule en un point qui correspond à l'*eminentia teres*, et représente la base de la corne antérieure de la moelle. Toutefois les

observations pathologiques (Gowers, Déjerine) et l'expérimentation (Gudden), semblent infirmer l'opinion de ceux qui admettent dans le noyau du moteur oculaire externe, un noyau accessoire ou secondaire pour le facial.

Quoi qu'il en soit, du noyau propre ou principal, les fibres radiculaires du facial se portent en dedans et en arrière, vers le sillon médian du plancher ; là, ils rencontrent un noyau qui fait saillie sur le plancher, au niveau de l'*eminentia teres*, le noyau du moteur oculaire externe, contourne ce noyau en formant une anse appelée *genou du facial*, *fasciculus teres*, puis se porte en avant et en dehors, passe entre le trijumeau et le noyau propre, et vient émerger dans la fossette latérale du bulbe, au-dessus de l'acoustique (origine apparente). Le nerf facial décrit donc une boucle dans l'épaisseur du bulbe, mais une boucle contournée en pas de vis en vertu de laquelle le nerf émerge à 2 mill. plus haut que son foyer d'origine (VII, fig. 85 et 90).

Le *facial* est un nerf mixte chez les Vertébrés inférieurs. Chez les Poissons il se fusionne avec le trijumeau. Dans les autres classes de Vertébrés, ces deux nerfs présentent encore de nombreuses anastomoses. Mais chez les Mammifères il est à son point de départ exclusivement moteur.

A la description du facial se rattache celle du *nerf intermédiaire de Wrisberg*, qui se confond avec le facial dans son trajet périphérique et devient très vraisemblablement la source de la corde du tympan (Cl. Bernard). L'origine de l'intermédiaire de Wrisberg est encore discutée. Cusco et Bischoff le regardaient comme la racine sensitive du facial, qui serait devenu de la sorte un nerf mixte; Longet voulait y voir l'origine du petit pétreux superficiel, partant l'origine de la racine motrice du ganglion optique.

Plus récemment Pierret l'a considéré comme originaire de la colonne intermédiaire de la moelle, qui se prolongerait ainsi jusque dans le bulbe, colonne qu'il considère, je le rappelle, comme l'origine du grand sympathique. Mais des recherches de Mathias Duval et Spitska, il semble plus probable que l'intermédiaire de Wrisberg est une racine erratique du glosso-pharyngien qui prend naissance dans l'extrémité supérieure de la colonne grise des nerfs mixtes (5, fig. 87). Le glosso-pharyngien deviendrait ainsi le seul nerf sensoriel et vaso-moteur de toute la langue. Quoi qu'il en soit, l'intermédiaire de Wrisberg émerge du bulbe entre l'acoustique et le facial (*origine apparente*) et accompagne ce dernier jusque dans l'aqueduc de Fallope où il se perd dans le ganglion géniculé.

7. Nerf moteur oculaire externe (6e paire). — L'*oculo-moteur externe*, *nerf abducens*, naît d'un noyau à petites cellules étoilées, situé sous le plancher de la partie moyenne du 4e ventricule, au niveau de l'*eminentia teres*, à laquelle il donne lieu. Ce noyau se détache comme une partie renflée des cordons longitudinaux du plancher du bulbe ; il est situé sous le noyau interne de l'acoustique, dans la ligne de prolongation du grand hypoglosse, et correspond à la base de la corne antérieure de la moelle ou colonne motrice postérieure (6, fig. 83, 25, fig. 85, et n, fig. 88). Nés

de ce foyer, les filets radiculaires traversent directement d'arrière en avant toute l'épaisseur de la partie supérieure du bulbe pour aller se réunir et émerger du sillon bulbo-protubérantiel, immédiatement au-dessus des pyramides (*origine apparente*) sous la forme du nerf oculo-moteur externe. — Dans l'épaisseur de la protubérance les deux oculo-moteurs sont en connexion l'un avec l'autre par des fibres entrecroisées (MATHIAS DUVAL et LABORDE), disposition qui assure l'association du mouvement des yeux dans le regard latéral. De plus au niveau des tubercules quadrijumeaux postérieurs, il se fait un échange de fibres qui unissent l'oculo-moteur commun et le pathétique d'un côté avec l'oculo-moteur externe du côté opposé, ce qui assure l'association des mouvements combinés des yeux.

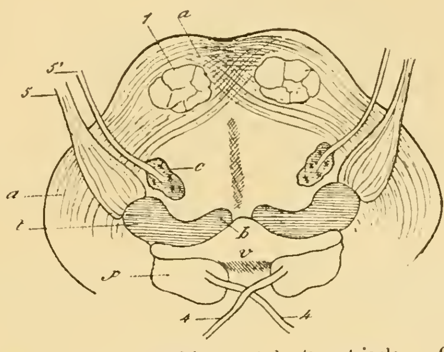


Fig. 91. — Coupe transversale de la protubérance et du 4ᵉ ventricule. — Origines du trijumeau.

a, a, fibres transversales de la protubérance ; b, plancher du 4ᵉ ventricule (base de la corne postérieure) ; c, noyau moteur du trijumeau (tête de la corne antérieure) ; t, tête da la corne postérieure (origine de la racine sensitive du trijumeau) ; p, pédoncule cérébelleux supérieur ; v, valvule de Vieussens 1, pyramide ; 4, 4, nerf pathétique ; 5, grosse racine ou racine sensitive, et 5'. petite racine ou racine motrice du trijumeau.

8. NERF TRIJUMEAU (5ᵉ paire). — Le *nerf trijumeau* ou *trifacial* est un nerf mixte qui prend naissance par deux racines dans un noyau sensitif et un noyau moteur. La *racine sensitive* ou *grosse racine* commence dès le tubercule cendré de Rolando. Son noyau d'origine n'est autre que la tête de la corne postérieure de la moelle (t, fig. 91) qui monte sous le plancher du 4ᵉ ventricule sous la forme d'une colonne continue et solitaire (5'', fig. 83, V, fig. 85), jusqu'à atteindre le *locus cœruleus*. C'est là la *racine inférieure*, *bulbaire*, *ascendante* ou *sensitive* du trijumeau, qui, au niveau du locus cœruleus, se ramasse sur elle-même, et se dirige en avant et en dehors pour venir émerger du pont de Varole en avant du pédoncule cérébelleux moyen sous la forme de la grosse racine du nerf.

A cette racine, s'ajoute une autre *petite racine*, *racine motrice* ou *nerf masticateur*, qui provient d'un noyau à grosses cellules et à grosses fibres, placé en dedans du noyau sensitif sur le prolongement du noyau propre du facial, sur le prolongement de la colonne motrice antérieure qui

représente, on se le rappelle, la tête de la corne antérieure de la moelle. Ce noyau termine cette corne, il siège sous le *locus cœruleus*, dans la région moyenne de la protubérance, et près de l'orifice inférieur de l'aqueduc de Sylvius (5', fig. 83, V, fig. 85 et c, fig. 91). De ce point, les fibres radiculaires marchent à la rencontre des fibres sensitives et s'unissent à elles pour émerger de la protubérance sur le côté interne de la grosse racine, tout en conservant leur indépendance (*origine apparente* de la petite racine).

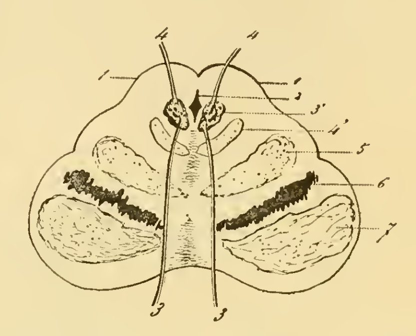


Fig. 92. — Coupe transversale des pédoncules cérébraux. — Origine des nerfs pathétique et oculo-moteur commun.

1, tubercules quadrijumeaux ; 2, aqueduc de Sylvius ; 3, nerf oculo-moteur commun avec son noyau d'origine, 3', dans la paroi de l'aqueduc ; 4, nerf pathétique naissant dans la même colonne grise que l'oculo-moteur ; 4', noyau rouge ; 5, ruban de Reil ; 6, locus niger ; 7, pied du pédoncule.

Une *troisième racine*, *racine descendante*, qu'on suit des tubercules quadrijumeaux supérieurs au locus cœruleus, le long des côtés de l'aqueduc de Sylvius, vient se joindre à la petite racine (5, fig. 83). On suppose qu'elle contient les nerfs trophiques et vaso-moteurs. Enfin, signalons que l'on a admis des connexions entre la grosse racine du trijumeau et les noyaux du nerf vague, du nerf facial et des trois nerfs moteurs de l'œil. Nous avons mentionné de plus ses relations probables avec le cervelet, et ses racines cérébrales proviennent du pied de la circonvolution frontale ascendante.

9. Nerf pathétique (4e paire). — Le *pathétique* ou *nerf trochléateur* tire son origine d'un noyau jaunâtre situé sous l'aqueduc de Sylvius, au niveau de la ligne de séparation des tubercules testes et nates (4, fig. 83, IV, fig. 85 et 3', fig. 92). Ses fibres se portent en haut en contournant l'aqueduc, traversent les pédoncules cérébelleux supérieurs et s'entrecroisent avec celles du côté opposé dans l'épaisseur de la valvule de Vieussens (IV, fig. 69 et 74) avant d'émerger de chaque côté du frein de la valvule (*origine apparente du nerf*), immédiatement en arrière des tubercules quadrijumeaux, c'est-à-dire à la face supérieure de l'isthme de l'encéphale.

10. Nerf moteur oculaire commun. — L'origine de l'*oculo-moteur com-*

mun se fait dans un noyau allongé, continu en arrière avec celui du pathétique et développé dans les régions antéro-latérales de la substance grise de l'aqueduc (3, fig. 83). Composé de cellules multipolaires jaunâtres, ce noyau est formé de plusieurs noyaux secondaires que l'expérimentation et la pathologie ont dissociés. C'est ainsi que Hensen et Walckers, en particulier, ont réparti comme suit les centres suivants de haut en bas : 1° noyau du muscle ciliaire (centre de l'accommodation), et du sphincter de la pupille ; 2° noyau du droit interne ; 3° du droit supérieur ; 4° du releveur ; 5° du droit supérieur; 6° du petit oblique qui confine au noyau du grand oblique ou noyau du pathétique (voy. III, fig. 85).

Darkschewich de son côté (*Arch. f. Anat.*, 1889) a décrit deux portions au noyau d'origine de l'oculo-moteur, une *supérieure*, l'autre *inférieure*; et récemment Gehuchten (*Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique*, 1892) a montré qu'il y a entrecroisement des racines de l'oculo-moteur, les fibres entrecroisées provenant à la fois de la partie ventrale et de la partie dorsale du noyau d'origine. Avec ces noyaux viennent aussi entrer en relation des fibres du faisceau longitudinal postérieur ou faisceau des muscles de l'œil.

Nées de ce point, les fibres de l'oculo-moteur se portent en avant, traversent en lignes courbes le noyau rouge, puis se rassemblent en 8 ou 12 filets qui émergent de la face interne du pédoncule cérébral correspondant (*origine apparente*) dans l'espace interpédonculaire (7, fig. 53, et III, fig. 85).

Le moteur oculaire commun est uni aux autres nerfs de l'œil pour assurer la synergie des mouvements du globe. Les voies commissurales qui unissent les trois nerfs de l'œil entre eux sont représentées par les fibres du faisceau longitudinal postérieur du bulbe, qui naît dans cet organe aux dépens du réseau central, longe le sillon médian du plancher, adossé à celui du côté opposé et entrecroisé avec lui. Mathias Duval a décrit les fibres croisées qui unissent le noyau du moteur oculaire externe aux noyaux du moteur oculaire commun (ce qui rend compte de la synergie du muscle droit externe d'un côté avec le droit interne du côté opposé) et du pathétique. Perlia, de son côté, a montré que l'oculo-moteur est à la fois homonyme et croisé, car il tire ses origines à la fois de certains noyaux du même côté et d'autres noyaux du côté opposé. De plus l'oculo-moteur commun est en relation avec les tubercules quadrijumeaux antérieurs, avec les fibres optiques qui lui arrivent par la commissure postérieure, avec la racine sensitive du trijumeau (Meynert), ce qui expliquerait la sensibilité de ce nerf dès son origine, peut-être aussi avec le noyau du nerf spinal qui préside à la rotation de la tête, associée elle-même aux mouvements de latéralité des yeux.

Sans entrer ici dans la question de l'origine embryonnaire des racines des nerfs, — question que nous étudierons un peu plus loin, — je dirai néanmoins ici qu'on peut admettre comme démontré aujourd'hui que les racines ventrales ou motrices des nerfs bulbo-protubérantiels (les 10 dernières paires des nerfs crâniens) comme les racines ventrales ou motrices des nerfs rachidiens naissent comme des prolongements des cellules ventrales de la *plaque médullaire*, tandis que les racines dorsales ou sensitives des nerfs bulbo-protubérantiels aussi bien que les racines homodynames des nerfs rachidiens proviennent des *cordons ganglionnaires* avant la fermeture du canal neural. D'où il s'ensuit que les racines dorsales des nerfs aussi bien que les ganglions qui y sont annexés, sont des produits directs de l'ectoderme et que leurs connexions avec le tube neural n'est que secondaire.

Il résulte de là que toutes les fibres sensitives, à trajet centripète, ont leur origine,

non pas dans les noyaux gris ou ganglionnaires de la moelle allongée, mais dans les ganglions annexés aux racines dorsales des nerfs crâniens. C'est ainsi que A. Kœlliker (*Anat. Anzeiger*, nos 14, 15, 1891) admet que les fibres sensitives des 10e, 9e, 7e et 5e paires crâniennes, de même que celles de l'acoustique, naissent dans leurs ganglions respectifs, ganglions jugulaire pour la 10e paire, pétreux pour la 9e, géniculé pour la 7e, ganglion de Gasser pour la 5e, ganglions vestibulaire et limacéen pour la 8e paire. Ces ganglions en effet, naissent à la face dorsale de la plaque médullaire dans la région céphalique, de la même manière que les ganglions rachidiens naissent au niveau du tronc. Les *noyaux bulbaires* considérés jusqu'ici comme les noyaux d'origine des fibres sensitives de ces nerfs, n'en sont que les noyaux terminaux (His, Kölliker). Dans ces noyaux les fibres sensitives se termineraient par de fines arborisations qui entourent en corbeille les cellules ganglionnaires sans les pénétrer, comme les racines sensitives de la moelle épinière le font dans cet organe.

Au contraire, les fibres motrices des nerfs crâniens naissent dans les cellules ganglionnaires des noyaux bulbo-protubérantiels, comme le font les fibres motrices dans la moelle. Comme dans ces noyaux se terminent en outre : 1° des fibres des faisceaux pyramidaux ; 2° des fibres sensitives des trajets centripètes, le mécanisme des mouvements réflexes ou volontaires s'entrevoit de suite et s'explique facilement.

Ainsi l'anatomie fine a démontré dans ces derniers temps les trajets nerveux que la physiologie avait prévus depuis longtemps, et a confirmé la loi physiologique des doubles racines de Magendie-Bell, même pour les nerfs crâniens.

Article VIII.

Cerveau.

Considérations générales.

Le cerveau est un organe considérable et d'une importance majeure qui occupe la boîte crânienne. C'est un organe des plus complexes, une machine de précision aux rouages nombreux dont le jeu produit un travail qui engendre la pensée ; c'est un atelier où d'invisibles et silencieux ouvriers transforment l'impression en sensation ; où celle-ci donne naissance à la conscience, à l'idée, au jugement, à la volonté ; c'est un laboratoire où se distillent les sentiments et les passions, asile mystérieux de l'intelligence dans les profondeurs duquel le métaphysicien a relégué son « âme » immatérielle qui plane sur la « vile » matière, pour parler le langage de l'orthodoxie, comme dans les estampes et les fresques des Maîtres de la Renaissance, le Jéhovah de la Bible plane sur le monde. Ce n'est donc pas sans respect que nous pénétrerons dans ce « sanctuaire » pour en scruter la construction et le mécanisme.

Le cerveau auquel aboutissent les pédoncules cérébraux, a la forme d'un ovoïde à grosse extrémité postérieure, allongé dans les dolichycéphales, raccourci et arrondi dans les brachycéphales, c'est-à-dire qu'il varie selon les types crâniens, et que l'on peut déterminer un indice cérébral analogue à l'indice céphalique. Il occupe toute la cavité du crâne, sauf les fosses occipitales inférieures et la gouttière basilaire qui sont réservées pour loger le cervelet, la protubérance annulaire et le bulbe rachidien.

Le cerveau demande à être étudié dans ses dimensions, sa densité et son poids.

A). **Dimensions.** — Les dimensions du cerveau, variant avec la forme même de la boîte crânienne, offrent peu d'intérêt. Elles ont été étudiées

par Calori, Passet, Chiarugi, etc. — On peut admettre comme moyenne très générale :

	Hommes	Femmes
	—	—
Longueur....	164 mill.	160 mill.
Largeur..................	137 »	131 »
Hauteur..................	120 »	115 »
Circonf. horiz............	493 »	477 »
Courbe sagitt............	238 »	237 »

	Dolicocéphales	Brachycéphales
	—	—
Longueur	164 mill.	160 mill.
Largeur..................	126 »	135 »
Hauteur..................	116 »	117 »

C. Giacomini de son côté a trouvé :

	♂	♀
Longueur	16,3 (14,7-17)	15 (14,2-16,5)
Largeur............	13,5 (12,4-14,7)	12,6 (11,8-13,2)
Hauteur............	5,8 (4,4-7,4)	5,4 (4,6-6,1)

On peut dire d'une façon générale qu'à un *indice cérébral* de, correspond un *indice crânien* de deux unités plus faibles.

B). **Superficie du cerveau.** — Certains auteurs, Baillarger, Calori, Wagner, ont essayé de mesurer l'étendue de la surface du cerveau. Baillarger estime cette étendue moyenne pour toute la surface cérébrale, y compris les inflexions de l'écorce, à 1780 cent. carrés. Wagner estimant, à son tour, la surface libre seule, et la surface cachée (flancs des circonvolutions), accorde à la superficie libre une moyenne d'environ 700 cent. carrés, et à la superficie cachée une superficie de 1400 cent. carrés. — Nous reviendrons plus loin sur ces estimations.

C). **Densité ou poids spécifique.** — On peut admettre d'après les pesées qui ont été faites par Leuret et Métivier, Muschenbroeck, Aitken, Peacok, Ch. Bastian et moi-même, que la densité moyenne de la substance cérébrale chez l'homme sain est de 1030 à 1032, les variations s'élevant de 1028 à 1040. — Il en résulte qu'à volume égal, deux cerveaux n'ont pas nécessairement le même poids et réciproquement, mais les différences possibles sont si minimes qu'elles ne sauraient entrer en ligne de compte dans l'étude du poids de l'encéphale.

Il faut dire toutefois que la densité s'abaisse sensiblement dans la vieillesse, qu'elle est en général plus élevée chez les aliénés (Bucknill) et que la densité de la substance blanche est un peu plus élevée (Sankey, Bastian) que celle de la substance grise, comme 1043 est à 1038 d'après Danilewsky (1880).

D). **Poids de l'encéphale.** — Dans le poids de l'encéphale il faut faire la part respective du poids du cerveau, et du poids de l'isthme, du cervelet et du bulbe rachidien. Or, ces trois derniers pèsent réunis 170 gr. en moyenne, et leurs variations assez restreintes sont sans influence sur les grandes variations du poids du cerveau lui-même.

L'étude du poids de l'encéphale a été poussée très loin, et c'est par milliers que l'on a pesé les cerveaux. Les grandes statistiques de Bischoff (Allemagne), R. Boyd (Angleterre), P. Broca (France) fournissent des résultats à peu près conformes les uns aux autres malgré la diversité des races, et que l'on peut considérer comme très exacts.

Voici les chiffres obtenus par P. Broca, sur la population de l'hôpital de la Pitié.

	gr.
Encéphale total	1356,00
Cervelet	143,00
Bulbe	6,50
Protubérance	19,00
Les deux hémisphères	1187,00

E). **Poids du cerveau.** — Le poids moyen du cerveau, d'après les registres de Broca, tous les âges de 16 à 90 ans, toutes les tailles de 1m42 à 1m85, étant confondus, est de 1325 gr. pour les ♂ et 1142 pour les ♀. — La différence absolue entre les deux sexes est donc de 183 gr. au détriment de la femme. Mais si au lieu de prendre indistinctement le poids de tous ces cerveaux, nous les classons par catégories, nous voyons alors que le poids moyen du cerveau de l'Homme adulte de 20 à 40 ans est de 1370 gr. (1), le cerveau seul, pesant 1160 gr. — De plus, comme cette moyenne comporte de grandes variations, qui atteignent jusqu'à 600 gr., soit 40 %, on est obligé de dresser des séries, en d'autres termes de classer les cerveaux par groupes dont les unités sont comparables entre elles. — En agissant de la sorte, P. Topinard a établi la classification suivante :

Encéphales	Macrocéphales	2000 à 1700 gr.
	Gros	1700 à 1450 »
	Moyens ou ordinaires	1450 à 1250 »
	Petits	1250 à 1000 »
	Microcéphales	1000 à 300 »

On voit par ce tableau toute l'étendue des *variations individuelles* dans le poids du cerveau. Il nous faut toutefois ajouter que les deux extrêmes de la série sont presque toujours des anomalies ou d'ordre pathologique.

Chez les Italiens sans distinction d'âge et de taille, Tenchini Lorenzo a trouvé :

159 ♂ — 1,320 grammes.
167 ♀ — 1,194 —

Les Lombards ont fourni au même auteur : ♂ 1,378 grammes; ♀ 1,235 grammes,

(1) De 30 à 40 ans, Huschke a trouvé que dans la race germanique l'encéphale pesait en moyenne 1,424 grammes chez l'homme, 1,273 grammes chez la femme.

tandis que G. Nicolucci trouvait chez les Napolitains de 20 à 30 ans un poids moyen de 1,372 gr. — De 20 à 40 ans, Tenchini a noté les variations individuelles suivantes dans sa série : ♂ de 1,130 à 1,655 grammes ; ♀ de 935 à 1,410 grammes. Le maximum du poids entre 20 et 30 ans a été de son côté : ♂ 1,368 grammes, ♀ 1,255 grammes. (Voy. L. Tenchini, *Sul peso dell' encéphalo*, etc., Parma, 1884).

Dans l'étude du poids du cerveau il faut donc envisager les influences de l'âge, du sexe, de la taille, des aptitudes intellectuelles et de la maladie.

1. *Le cerveau dans ses relations avec l'âge.* Le cerveau du nouveau-né qui nous paraît si volumineux n'est pourtant pas beaucoup plus grand relativement à la taille qu'à l'âge adulte, contrairement à ce que croyait R. Owen. Son poids moyen est de 335 gr., mais il faut savoir qu'il y a des écarts de 100 gr., et même de plus de 200 gr., comme cela ressort des pesées de Mies.

De la naissance à 1 an, l'accroissement est énorme, surtout durant les deux premiers mois. Avant un an l'encéphale double dans les deux sexes, tandis que la taille ne double qu'entre 3 et 4 ans. A la puberté, il y a une nouvelle poussée cérébrale, et de 30 à 35 ans le cerveau acquiert son poids maximum, pour décroître ensuite peu à peu avec l'âge jusqu'à 60 ans, puis plus brusquement jusqu'à avoir perdu 100 gr. à l'âge de 85 ans.

Ainsi le poids moyen de l'encéphale de 20 à 60 ans étant de 1361 gr., n'est plus que de 1291 gr. de 60 à 90 ans (Broca, Boyd-Bischoff), ce qui confirme les idées anciennes de Meckel, Tenon, Desmoulins et Parchappe, et comme l'indique aussi nettement la « médiane approximative » de Topinard :

15 à 25 ans	—	25 à 35 ans	—	35 à 55 ans	—	55 à 65 ans	—	65 à 90 ans
1370 gr.		1355 gr.		1345 gr.		1325 gr.		1300 gr.

Toutefois, il semble établi que les hommes qui cultivent leur intelligence, conservent plus longtemps un poids élevé du cerveau.

En fin de compte, on peut dire si l'on considère le poids à atteindre, que l'encéphale augmenterait de 326 p. 1000 dans la première année et, dans chacune des années suivantes, de 59 p. 1000 de 1 à 4 ans, de 4 seulement pour 1000 de 4 à 7 ans, de 15 0/00 de 7 à 14 ans, et de 2 1/2 0/00 de 14 à 30 ans (P. Topinard).

Dès la naissance, le cerveau de la ♀ pèse moins d'une façon absolue (10 gr. en moyenne) et relativement à la taille que le cerveau du ♂. Chez le fœtus de 5 mois, le poids de cet organe est de 32-45 gr., de 6 à 7 mois de 120-187 gr., et s'élève à 256-388 gr. de 7 à 9 mois (Th. Von Bischoff).

L'étude des rapports du poids du cerveau au poids du corps et à la taille donne lieu aux remarques suivantes. Si l'on envisage la relation du poids du corps à celui du cerveau chez le nouveau-né et chez l'adulte, on trouve que tandis que chez le nouveau-né le poids du cerveau est du 1/6e au 1/8e du poids du corps, ce même poids n'est plus que le 1/45e chez l'adulte. Autrement dit, le nouveau-né a proportionnellement à son corps plus de cerveau que l'adulte. Si ensuite on étudie la relation de la croissance du poids du cerveau et de la taille = 1,000, on trouve :

	♂	♀
Nouveau-né	0,716	0,672
Adulte	0,800	0,784

C'est à dire que le nouveau-né, relativement à sa taille, a moins de cerveau que l'adulte.

AGE	POIDS ABSOLU	POIDS par rapport au cerveau du nouveau-né, pris pour unité (accroissement)	POIDS en centième du poids du corps (p. 100 du poids du corps) (1)
	grammes	grammes	grammes
Nouveau-né	381 0	1 00	12 40
1 an	944 7	2 48	10 92
5 ans	1,263 4	3 32	8 43
10 ans	1.408 3	3 70	5 94
15 ans	1,490 2	3 91	3 83
20 ans	1,444 5	3 72	2 57
25 ans	1,430 6	3 76	2 29

2. *Le cerveau dans ses relations avec la taille.* — Déjà nous avons vu l'influence du volume des membres sur la grosseur des renflements de la moelle épinière et sur celle des cellules nerveuses. Le cerveau n'échappe pas à cette loi. On ne peut rapporter son poids à celui du corps, car pour ce dernier l'amaigrissement ou l'obésité entraînent d'énormes variations; mais rapporté à la taille il augmente d'une façon absolue d'environ 50 gr. par 20 centimètres de taille (Broca, Bischoff).

D'autre part, si l'on passe à l'étude du poids relatif, on trouve un résultat inverse du précédent. C'est-à-dire que dans les deux sexes, les sujets de haute taille ont, relativement à cette haute taille, une proportion moindre de cerveau. Si donc le cerveau s'accroît avec la taille, cet accroissement n'est pas rigoureusement proportionnel à celui de la taille et reste un peu en retard. D'où l'on a pu dire, que toutes choses égales d'ailleurs, les hommes de haute stature ont un cerveau relativement plus petit que les petits hommes.

Voici les chiffres qui ont été obtenus par Tenchini (2) :

Taille basse (1m60)	1311 gr.	♂
— moyenne (1m60 à 1m70)	1306 »	♂
— haute (+ 1m70)	1347 »	♂

(1) H. Wierordt. *L'accroissement de la masse des organes chez l'homme* (Arch. f. Anat. u. Phys. vol. suppl. p. 62, 1890).

(2) Tenchini Lorenzo. *Sul peso dell' Encéphalo*, Parma, 1884.

Taille basse (— 1m50)	1168 gr.	♀
— moyenne (1m50 à 1m60)	1173 »	♀
— haute (+ 1m60)	1217 »	♀

3. *Le cerveau dans ses relations avec le sexe.* — Il y a dès la naissance, nous venons de le voir, une différence sensible entre le poids du cerveau dans les deux sexes. Cette différence, DANIELBÉKOFF l'a trouvée de 15 gr. en Russie en faveur des garçons, comme il appert des chiffres ci-dessous :

Nouveau-nés { ♂ ..... 415 gr.
♀ ..... 400 gr.

Sur 79 garçons, MIES (1) de son côté a trouvé un poids moyen de 339 gr. et sur 69 filles un poids de 329 gr., d'où le poids moyen absolu du cerveau des nouveau-nés ♂ dépasse de plus de 2 0/0 (2,73) celui des nouveau-nés ♀.

Cette différence augmente avec l'âge. C'est ainsi qu'elle est de 120 à 160 gr. de 20 à 60 ans, l'encéphale de la femme ne pesant que 1220 gr. en moyenne (dont 995 gr. pour le cerveau seul), soit les 90/100e, de celui de l'homme. Cette même différence n'est plus que de 123 à 158 de 60 à 90 ans. La femme a donc moins de cerveau que l'Homme, mais comme la femme n'a ni le volume, ni la taille de l'homme, les poids proportionnels que nous venons d'indiquer doivent être un peu modifiés. Ce n'est pas le poids absolu du cerveau que nous devons prendre pour obtenir la différence vraie, mais le poids proportionnel à la taille. En opérant de la sorte, et en se rappelant qu'en moyenne, la taille de la femme est en Europe de 10 à 12 centimètres moins élevée que celle de l'homme, on arrive à une différence de 50 à 60 gr. en faveur de l'homme. Autrement dit, quand on a tenu compte de la taille de la femme et retranché de ce chef 90 à 95 gr., on arrive à dire que la femme est en déficit de 4 gr. pour 100 de cerveau par rapport à l'homme.

Il nous reste à ajouter que le cerveau de la femme, une fois arrivé à son apogée, décline presque aussitôt, et que sa courbe de développement ne paraît pas présenter le plateau qu'offre celle du développement du cerveau de l'homme, dont l'atrophie sénile ne devient bien manifeste qu'à partir de 60 ans.

4. *Le cerveau dans ses relations avec les races.* — Toutes les races humaines ne sont pas également favorisées en ce qui concerne le volume de l'organe de la pensée, et le poids du cerveau dans les diverses races indique très bien d'une façon générale la relation qui existe entre le volume de cet organe et la capacité mentale. Le tableau ci-dessous servira de preuve à cette conclusion :

157	Écossais	1417 gr.	(REID et PEACOK)
460	Bavarois	1375 »	(BISCHOFF)
167	Français	1359 »	(BROCA)
244	Italiens	1358 »	(CALORI)
13	Chinois	1343 »	(CLAPHAM)
161	Nègres des États-Unis	1331 »	(SANFORD B. HUNT)
29	Nègres vrais	1234	

(1) MIES. *Le poids du cerveau des nouveau-nés* (Rev. d'Anthrop., p. 370, 1889)

Il faut sans doute faire la part de la taille dans ces poids absolus, mais cette rectification faite, il n'en reste pas moins vrai que le poids du cerveau croît avec le degré de la race à laquelle cet organe appartient. Sans doute, il peut se faire qu'un nègre, que plusieurs nègres, soient mieux partagés à cet égard qu'un Européen, mais ce qu'il faut retenir, c'est que la moyenne est beaucoup plus élevée dans les races civilisées que dans les races sauvages, et que d'autre part, ainsi que l'a fait remarquer G. Le Bon, il y a beaucoup plus de crânes grands (pour 100), partant plus de gros cerveaux dans les races européennes, que dans les races inférieures.

5. *Le cerveau dans ses relations avec le volume du crâne.* — Si nous savons que le poids de l'encéphale est à la capacité crânienne : : 1 : 0,87 (Manouvrier) et que le volume moyen probable du crâne dépasse d'à peu près 200 c. cubes le poids de l'encéphale exprimé en grammes (G. Le Bon), il nous sera facile, d'après le cubage du crâne, de nous rendre compte du poids probable du cerveau qu'un crâne donné contenait. — C'est pour qu'on puisse juger de cette importante question anthropologique que je donne les chiffres ci-dessous que j'emprunte à G. Le Bon (1).

I. — Comparaison de la capacité crânienne dans les races supérieures et inférieures.

RACES	VOLUME MOYEN des CRANES ♂	VOLUME MOYEN des CRANES ♀	DIFFÉRENCE
Parias de l'Inde	1,332	1,241	19
Australiens.	1,338	1,231	107
Polynésiens.	1,500	1,381	119
Anciens Egyptiens	1,500	1,363	137
Mérovingiens.	1,537	1,372	165
Parisiens modernes.	1,559	1,337	222

Conclusion : *La femme tend à se différencier de plus en plus de l'homme.*

(1) G. Le Bon (Rev. d'Anthropologie, 1879).

II. — Volume du crâne dans les races humaines.

CAPACITÉS	PARISIENS MODERNES	PARISIENS du XIIe SIÈCLE	ANCIENS ÉGYPTIENS	NÈGRES	AUSTRALIENS
1,200 à 1,300 cc	0,0	0,0	0,0	7,4	45,0
1,300 à 1,400 »	10,4	7,5	12,1	35,2	25,0
1,400 à 1,500 »	14,3	37,3	42,5	33,4	20,0
1,500 à 1,600 »	46,7	29,8	36,4	14,7	10,0
1,600 à 1,700 »	16,9	20,9	9,0	9,3	0,0
1,700 à 1,800 »	6,5	4,5	0,0	0,0	0,0
1,800 à 1,900 »	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	100,0	100,0	100,00	100,0	100,0

Conclusion : 1° Il y a un grand nombre d'hommes plus rapprochés des Anthropoïdes par le volume de leur cerveau qu'ils ne le sont d'autres hommes ; 2° loin de tendre vers l'égalité, les individus de même race, chez les civilisés, tendent à se différencier de plus en plus.

6. *Le cerveau dans ses relations avec l'espèce.* — Le volume et le poids du cerveau augmentent d'une façon générale au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série animale. Alors que ce poids égale le 1/36e du poids du corps dans les races humaines, le 1/60e chez les Anthropoïdes, il descend à 1/186e chez les Mammifères inférieurs aux Primates, à 1/212e dans les Oiseaux, à 1/1321e dans les Reptiles, et à 1/5668e dans les Poissons (Leuret, *Anat. comparée du système nerveux*, t. I, p. 419).

Mais il faut savoir qu'alors que ce rapport est comme 1 : 28, chez le Ouistiti, il est de 140 chez le Lapin, 156 chez le Chat, 205 chez le Renard, 265 chez l'Ours, 305, chez le Chien, 351 chez le Mouton, 700 chez le Cheval et 800 chez le Bœuf. — Ce caractère n'a donc pas la valeur d'un caractère sériaire.

Si l'Homme n'est pas de tous les animaux celui qui a le cerveau le plus volumineux, car il est dépassé de ce côté par le Dauphin, la Baleine et l'Eléphant, il est cependant celui qui a le cerveau le plus considérable relativement au poids du corps. Alors que son cerveau, en effet, est à son corps comme 1 : 36, celui du Dauphin est au poids du corps du même animal comme 1 : 66, et celui de l'Eléphant comme 1 : 500.

Ici je ferai la remarque importante suivante pour la phylogénie du cerveau des Vertébrés en général. L'encéphale de certains Mammifères éteints du terrain éocène de l'Amérique du Nord (Marsh), principalement les *Dinocéras*, est remarquable par sa petitesse. Il présente une ressemblance

si frappante avec celui des Lacertiliens, que si on le séparait du squelette, on le prendrait certainement pour un encéphale de Lézard. De même aussi les Odontornithes crétacés, l'Hesperornis en tête, possédaient un cerveau si petit, que de ce côté, ils sont incomparablement plus rapprochés des Reptiles (Alligator) que de celui des Oiseaux actuels. Par leurs lobes olfactifs volumineux, tandis qu'ils sont très réduits chez les Oiseaux de nos jours, ces Oiseaux primitifs se rapprochaient également beaucoup des Reptiles.

7. *Le cerveau dans ses rapports avec l'indice céphalique.* — Les dolichocéphales ont-ils plus ou moins de cerveau que les brachycéphales? Autrement dit, le cerveau, qui suit à peu près (pas toujours) parallèlement le crâne dans sa forme, a-t-il plus de tendance à peser davantage lorsqu'il est allongé ou lorsqu'il est rond?

Calori, et plus récemment Chiarugi, ont fourni des pesées où il est tenu compte de l'indice cérébral et d'après lesquelles le cerveau du brachycéphale serait plus lourd que celui du dolichocéphale.

Voici les chiffres de Chiarugi :

	Brachyc.	Dolichoc.
Poids de l'encéphale	1200	1169
Poids des hémisphères	1047	1016

Mais Topinard, qui a aussi comparé, de son côté, ces deux types de cerveaux, alors qu'il trouvait sur 182 sujets ♂ une différence de 27 gr. en faveur des brachycéphales, rencontrait sur 68 sujets ♀ une différence de 21 gr. en faveur des dolichocéphales.

Morselli, plus récemment encore, dans ses études des cerveaux d'aliénés, concluait aussi que la forme du crâne ne semble pas influer sur le poids du cerveau, d'où la question n'est pas définitivement jugée.

8. Le *cerveau dans ses relations avec l'intelligence.* — Les *variations individuelles* dans le poids du cerveau sont considérables, puisque dans les tableaux de Bischoff et Broca, on trouve des écarts de 400 à 700 grammes. La part de l'âge et de la taille étant faite dans les évaluations, sous quelles influences se manifestent les variations qui persistent?

Si la taille du sujet influe sur le poids du cerveau, il ne paraît pas contestable que, comme pour les autres organes, l'activité fonctionnelle du cerveau influence son volume. L'étude du cerveau de l'Homme selon les classes de la Société, selon la culture intellectuelle des sujets, a montré, en effet, que le poids du cerveau croissait avec le degré d'intelligence ou le quotient de travail cérébral fourni par l'Homme. Les pesées encéphaliques d'hommes célèbres confirment cette idée émise il y a longtemps déjà par Lélut et Parchappe. La liste de 34 sujets d'élite dressée par Broca donne un excédant de 160 gr. sur le poids du cerveau ordinaire. Voici quelques-uns de ces poids dressés en série décroissante :

Tourgueniew	2012 gr.
Cuvier	1830 »

Schiller	1785 gr.
Goodsir.	1630 »
De Morny.	1520 »
Agassiz	1512 »
Broca	1484 »
Dupuytren	1456 »

Dans les tableaux dressés par C. Bastian, on peut voir également que la proportion des cerveaux qui excèdent 1500 gr. est, chez les hommes illustres, de plus de 20 pour 100, tandis que cette proportion n'est que de 4 à 6 pour 100 dans les classes inférieures de la société. Broca, en comparant le poids des cerveaux des classes instruites avec celui des classes pauvres qui meurent à Saint-Antoine et à la Pitié, est arrivé à des conclusions analogues.

Les recherches de Vogt, Broca, etc., concernant la capacité crânienne des microcéphales idiots et des races préhistoriques confirment cette loi. Celle-ci permet de dire que la capacité crânienne est plus grande dans les races supérieures; que celle de l'Homme dépasse de 150 à 200 centimètres cubes celle de la Femme; que celle des Parisiens du xixe siècle dépasse celle des Mérovingiens du xiie, celle des sépultures aristocratiques celles de la fosse commune, et qu'enfin chez les microcéphales idiots elle se rapproche de celle des Anthropoïdes.

D'où, les questions de race et de taille mises de côté, il est peut-être permis de dire que la culture de l'esprit, la gymnastique intellectuelle, augmente le volume du cerveau tout en élevant les facultés de l'esprit. J'ajoute enfin que ces qualités sont héréditaires, et que l'hérédité de ce genre n'est que de l'intelligence accumulée à l'état potentiel dans le cerveau qui vient au monde. Le développement graduel et progressif de l'intelligence dans le temps ne peut avoir d'autre source.

Enfin, dans l'accroissement du cerveau sous l'action du travail cérébral, il semble que c'est surtout le lobe frontal qui prend la prédominance. Nous verrons que Wagner a mis ce fait en évidence en comparant respectivement la surface des lobes du cerveau de deux savants, Gauss et Fuchs, avec les surfaces des mêmes lobes chez l'artisan. — S. Wight de son côté a montré que la surface du cerveau antérieur de l'Homme l'emporte toujours sur celle de la Femme, mais que cette différence est plus grande encore quand on compare l'Homme cultivé à la femme du peuple, ce qui confirme la règle posée plus haut.

Nous devons faire une restriction pour finir ce paragraphe. Le rapport du poids cérébral à l'intelligence n'est vrai que dans la généralité, et Broca a eu raison lorsqu'il a dit: « Il ne peut venir à l'idée d'un homme éclairé de mesurer l'intelligence en mesurant le cerveau. » En effet, on a vu des personnes très ordinaires avoir un cerveau du poids de 1,800 grammes (Peacok) et même 1,900 grammes (Morris), et inversement des hommes très distingués avec de petits cerveaux. C'est ainsi que le cerveau du grand anatomiste Tiedemann ne pesait que 1,254 gr., et que celui du grand lutteur de la Défense nationale, Gambetta, n'excédait pas 1,246 grammes. — C'est que dans l'appréciation des rapports du cerveau avec l'intelligence on se heurte à plusieurs inconnues. En premier lieu l'encéphale n'est pas un organe simple, c'est une machine divisée en un grand nombre de leviers, à fonctions distinctes, et dans laquelle, par suite, il est bien difficile de faire les parts respectives des rouages sensitifs, moteurs et intellectuels. Un cerveau d'homme vulgaire peut avoir avoir un grand développement des appareils moteurs. En second lieu, si la quantité de matière cérébrale est capable d'influencer le travail cérébral, qui n'entrevoit aussitôt que la qualité de la même substance est au moins aussi importante en pareille occurrence. Il nous faudrait donc, pour pouvoir apprécier la puissance intellectuelle d'un cerveau, savoir nettement

apprécier le degré d'organisation de ses éléments anatomiques. On a dit fort justement que ce n'est pas en pesant la rétine qu'on pourrait en déduire la puissance visuelle ou photo-sensible. On ne peut donc avec le seul poids du cerveau avoir la prétention d'apprécier la puissance intellectuelle d'un homme. Mais il ne faut pas non plus oublier que le poids du cerveau croît, en général, dans l'espèce comme dans les races et dans les individus, avec le degré d'activité cérébrale et de culture intellectuelle.

9. *Le cerveau des dégénérés, des épileptiques, des aliénés, des malades et des criminels.* — En regard des intelligences supérieures, il ne sera pas sans avantage, sans doute, de placer les intelligences pauvres ou perverties. Le poids moyen du cerveau de 22 idiots ♂, a été de 1200 gr. (Thurnam), et les microcéphales de Parchappe, Boyd, Broca, Ecker, etc., avaient un cerveau qui varia en poids de 300 à 900 gr. Les *asiles* (Bicêtre, la Salpêtrière) donnent des cerveaux inférieurs de 60 à 80 gr. en poids à ceux des hôpitaux (St-Antoine, la Pitié), comme cela résulte des registres de Broca. D'autre part, on a observé des cerveaux d'un poids inférieur à 1000 gr. dans les races inférieures, telles que les Australiens, les Boschimans, ce qui est considéré comme au-dessous du minimum d'une organisation normale parmi les races européennes par les anthropologistes. Le cerveau du Gorille pèse 500 gr.

Les *épileptiques*, les *aliénés*, les *criminels* ont des cerveaux très divers, et c'est cette diversité même qui les caractérise (Thurnam). Il y a, parmi eux, peu de cerveaux moyens, la plupart sont au-dessous ou au-dessus. Le premier cas paraît être celui de la majorité des assassins (Lélut, Parchappe, Bischoff), le second celui de la plupart des épileptiques.

Morselli, dans des études récentes sur le cerveau des aliénés, a trouvé que chez les aliénés le poids moyen des annexes du cerveau (enveloppes et liquide céphalo-rachidien), estimé par Broca à 52 gr., soit 4 0/0 du poids du cerveau chez l'homme normal, était de 108 gr., c'est-à-dire de 8 0/0. Quant au cerveau lui-même, il s'est constamment tenu inférieur au poids moyen du cerveau des hommes sains d'esprit. Le rapport cranio-cérébral, c'est-à-dire le rapport entre le poids net de l'encéphale et la capacité crânienne = 100, de cette catégorie d'hommes a confirmé la règle, car il s'est trouvé également plus faible que dans l'homme normal ordinaire, à ce point que le rapport indiqué par Manouvrier, soit 87 0/0, n'est plus, chez les fous, que de 83. En revanche, les aliénés ont souvent un indice céphalique exagéré, en regard du type crânien de la population à laquelle ils appartiennent.

Sur 18 guillotinés, comprenant les cas de Lelut, de Parchappe, l'âge variant de 19 à 46 ans et en moyenne étant de 33 ans, le poids de l'encéphale varia de 1183 à 1596 gr., et fut en moyenne de 1350 gr. Campi, âgé de 32 ans, avait un cerveau pesant 1350 gr. — Ce qui, comparé avec la moyenne correspondante de 1374 ou de 1386 de la courbe Broca-Bischoff, donne un déficit de 24 ou 36 grammes. J'ai trouvé sur les trois assassins décapités Baillet, Degroote et Claeys, les poids respectifs de 1250, 1298 et 1470 gr. L'hémisphère droit l'emportait de 4 gr. sur le gauche chez Degroote, et chez Claeys de 14 gr.

Sur 16 autres assassins de Bischoff, la moyenne du poids de l'encéphale est de 1272, tous les cas étant au-dessous de la normale de cet

observateur. Ce qui amène à conclure que, toules choses égales d'ailleurs, les criminels ont moins de cerveau que les non criminels.

Bischoff a pesé une autre série de cerveaux appartenant à des meurtriers et à des voleurs. La moyenne du poids qu'il trouva fut 1363 gr., — un peu moins de la moitié était au-dessus de la normale, dont 14 au-dessus de 1400 gr., sur lesquels 5 au-dessus de 1500 gr. La seule déduction que l'on puisse tirer de ces chiffres c'est que les criminels ont des cerveaux d'un poids très divers.

Broca a donné le poids de 20 criminels et suicidés. La moyenne de ces 20 sujets était de 1445 gr., c'est-à-dire élevée ; ceux qui voient dans les suicidés des esprits forts et énergiques ne manqueront de faire la remarque que ces résultats confirment leur opinion.

Bref, de tout cela on peut conclure que le poids du cerveau ne peut en rien nous édifier sur la valeur de la cérébralité du criminel.

Enfin, l'encéphale comme le reste des organes, est affecté par les maladies chroniques. L'influence atrophique de ces dernières sur l'organe de la pensée n'est pas douteuse, et Foville et Broca ont bien fait ressortir ce point particulier de l'étude du cerveau.

En somme, la masse de l'encéphale est donc en général plus considérable chez l'adulte que chez le vieillard, chez l'homme que chez la femme, chez les hommes éminents que chez les hommes ordinaires, dans les races supérieures que dans les races inférieures de l'humanité ; mais si les gros cerveaux caractérisent ci et là un homme de génie, assez fréquemment aussi ils appartiennent à des sujets anormaux, sinon pathologiques. C'est ce que l'on a exprimé sans peut-être s'en rendre bien compte, quand on a dit que le génie cotoye les frontières de la folie. Ce qui fait la supériorité d'un cerveau, ce n'est pas tant sa masse énorme, ni l'exubérance et le désordonné d'un coin de sa surface, mais le développement bien équilibré, l'harmonie du tout. La raison et le jugement qui donnent la mesure de la supériorité intellectuelle exigent une balance juste, ni lourde, ni folle. Le dicton vulgaire exprime peut-être cette vérité lorsqu'il dit : grosse tête, peu de sens.

10. *Le cerveau gauche et le cerveau droit. — Asymétrie des hémisphères.* — Bichat avait dit que la symétrie du cerveau de l'homme était un attribut de l'espèce humaine. Or, l'autopsie de ce grand homme lui-même prouva le contraire. Les registres de Broca prouvent bien que les deux hémisphères ne sont presque jamais tout à fait semblables. On y lit en effet, que sur 244 sujets ♂, 138 fois le droit pesait davantage, le gauche 105 fois et qu'il n'y avait égalité entre les deux qu'une fois. La différence moyenne que l'on a trouvée en faveur du côté droit fut de 2 grammes. C'est également à cette conclusion que nous conduisent les recherches de Giacomini, Gaglio et Mattei, Wagner, Thurnam.

Ce résultat paraît être en contradiction avec la doctrine de la droiterie qui implique un hémisphère gauche prépondérant ; mais si l'on pèse séparément les lobes de chaque hémisphère, on s'aperçoit que le lobe frontal gauche est plus court que le droit, et que ce n'est que la prépondérance des autres lobes qui fait pencher la balance en faveur du côté droit

(Topinard). Si l'on accepte cette doctrine, nous ne serions donc pas droitiers de tout le cerveau (?).

Mais les différences sont trop peu accusées pourqu'on puisse fournir à ce sujet une conclusion absolue. En effet, si les auteurs nommés ci-dessus ont trouvé l'hémisphère droit un peu plus lourd, Luys et Boyd, au contraire, ont noté que c'est le gauche qui l'emporte en moyenne sur le droit. Dans les recherches plus récentes de Tenchini (1884), l'hémisphère gauche prévaut sur le droit et le droit sur le gauche d'une proportion presque égale ; ils sont égaux dans le 1/4 des cas, et la différence de poids entre les deux varie de 4 à 7 gr.

Luys a avancé que chez les aliénés l'hémisphère droit était généralement prépondérant, mais Morselli, Seppili, etc., n'ont pas confirmé cette opinion. Ce qui est vrai, c'est que chez les fous, on rencontre un plus grand nombre de sujets chez lesquels existe une différence considérable de poids des deux hémisphères, cela comme conséquence des troubles de développement ou de lésions fœtales ou infantiles (Féré). Sur 248 cerveaux de femmes sans lésions macroscopiques, Féré n'en a trouvé que 4 appartenant à des sujets, dont deux étaient épileptiques, où il existait une différence de poids de 30 à 35 grammes entre les deux hémisphères. Comme chez ces sujets, il y avait un épaississement des méninges molles très prédominant du côté de l'hémisphère le moins lourd, Féré s'est demandé si l'épaississement de la méninge molle n'était pas la cause de l'imperfection du développement de l'hémisphère.

Chez les idiots, il y a fréquemment une asymétrie très notable des hémisphères, qui est le résultat, soit d'un arrêt de développement congénital, soit d'une encéphalite ou péri-encéphalite fœtale ou infantile, soit encore d'une lésion nécrobiotique due à des oblitérations vasculaires. Ces lésions destructives en foyer peuvent aller assez loin pour permettre l'adossement de la membrane ventriculaire à la pie-mère extérieure après disparition de la substance nerveuse intermédiaire, et la communication entre la cavité ventriculaire et les espaces sous-arachnoïdiens : c'est là la *porencéphalie* (Heschl). Cette atrophie d'un hémisphère conduit à l'atrophie de la moitié correspondante du crâne, d'où l'asymétrie cérébrale détermine une asymétrie crânienne. Il est vrai de dire aussi qu'à son tour une asymétrie crânienne due, soit à un vice de développement congénital, soit à une lésion osseuse qui donne lieu à la soudure précoce d'une suture latérale, conduit à une asymetrie cérébrale parallèle. Un décubitus défectueux, une position vicieuse, peuvent également devenir dans le jeune âge, la cause d'une asymétrie crânienne et consécutivement d'une asymétrie cérébrale. C'est le cas des déformations crâniennes ethniques, et Broca a pensé que le torticolis congénital peut amener un arrêt de développement dans une moitié du crâne en modifiant la circulation dans la carotide correspondante, d'où une nutrition vicieuse des os du crâne de ce côté et une atrophie consécutive. On puiserait de précieux arguments en faveur de cette théorie dans les travaux de Gudden sur l'atrophie du crâne.

§ 1. — Conformation extérieure du cerveau

Le cerveau doit être examiné dans sa *configuration extérieure* et dans sa *conformation intérieure*.

Le cerveau se compose de deux moitiés symétriques, *hémisphères*, séparés l'un de l'autre en avant, en arrière et en haut par une fente profonde, *fente inter-hémisphérique*, mais réunis au centre et en bas, par des parties médianes, *corps calleux*, *commissures* et *plancher du troisième ventricule*. — La symétrie des deux hémisphères n'est pas toujours parfaite, et cette asymétrie n'est pas une cause de déchéance intellectuelle. — Bichat, qui a soutenu cette opinion erronée, nous l'avons dit plus haut, a fourni lui-même la preuve du contraire, car son cerveau était précisément très asymétrique.

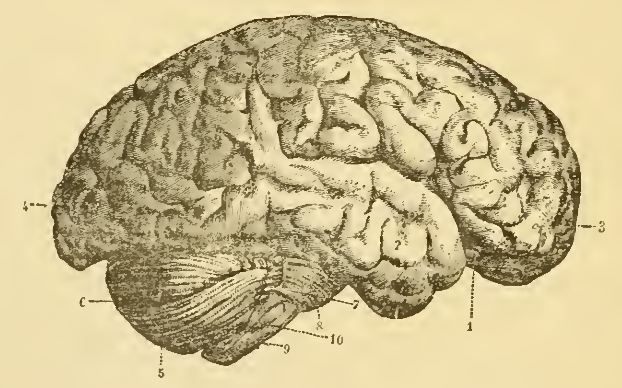


Fig. 93. — Surface latérale du cerveau.

1, origine de la scissure de Sylvius ; 2, extrémité antérieure du lobe temporal, ou lobe de Sylvius ; 3, lobe antérieur ; 4, extrémité postérieure du lobe postérieur ; 5, cervelet ; 6, scissure moyenne du cervelet ; 7, lobule du pneumogastrique ; 8, protubérance annulaire ; 9, bulbe rachidien ; 10, olive.

Les hémisphères sont séparés en lobes, lobules et circonvolutions par des scissures et des sillons profonds. — La raison d'être des circonvolutions paraît être dans le plissement obligatoire du cerveau en face de la boîte crânienne rigide, et dans le mode de rayonnement de l'expansion des fibres pédonculaires. Elles ont pour résultat de permettre le logement à une masse nerveuse beaucoup plus considérable dans un espace donné, et c'est un phénomène qui peut être rapproché de celui qui donne lieu aux circonvolutions de l'intestin.

On considère au cerveau, une *face supérieure* ou *convexe* et une *face inférieure* ou *base du cerveau*.

1° Face supérieure du cerveau. — Cette face présente sur la ligne médiane un sillon profond, *grande scissure médiane* ou *inter-hémisphérique* qui divise le

cerveau en deux moitiés latérales, *hémisphères cérébraux*, cerveau droit et cerveau gauche de GALIEN.

La *scissure médiane*, à direction antéro-postérieure sépare complètement les deux hémisphères en avant et en arrière, c'est-à-dire qu'elle se prolonge jusqu'à la face inférieure du cerveau, mais à la partie moyenne elle se termine sur une lame blanche qui unit les deux hémisphères, le *corps calleux*. Elle reçoit la faux du cerveau.

Les *hémisphères* sont situés de chaque côté de la scissure médiane. On peut les comparer à deux prismes triangulaires fusiformes. Chacun d'eux présente donc deux extrémités et trois faces : une *extrémité antérieure* ou *frontale* ; une *extrémité postérieure* ou *occipitale*, dont les noms sont tirés des rapports qu'elles affectent avec la boîte crânienne ; une *face interne*, plane, verticale, séparée de celle du côté opposé par la faux du cerveau, et excavée en gouttière le long du corps calleux, *sinus* ou *ventricule du corps calleux* ; — une *face externe*, convexe, en rapport avec la voûte du crâne, et séparée de la face interne par le *bord supérieur* ou *sagittal* de l'hémisphère ; — une *face inférieure* qui fait partie de la base du cerveau et se trouve limitée par ce que l'on est convenu d'appeler le bord *interne* et le bord *externe* de l'hémisphère.

2° FACE INFÉRIEURE DU CERVEAU. — La face inférieure du cerveau se moule sur la base du crâne ; — dans ses deux tiers antérieurs elle repose dans les fosses crâniennes antérieures et moyennes, et dans son tiers postérieur sur la tente du cervelet. — Elle est formée par la face inférieure des deux hémisphères du cerveau réunis ensemble par des parties blanches et grises, et doit être examinée successivement dans sa partie moyenne et dans ses parties latérales.

a. **Région médiane de la face inférieure du cerveau.** — En allant d'avant en arrière, on trouve les parties suivantes :

1° L'*extrémité antérieure de la grande scissure interhémisphérique* (14 fig. 94), limitée en arrière par l'extrémité antérieure du corps calleux ; — elle sépare l'une de l'autre les pointes des deux lobes frontaux et loge l'apophyse crista-galli et le sommet de la faux du cerveau.

2° L'*extrémité antérieure du corps calleux* que l'on voit en écartant les bords de la scissure interhémisphérique. En se repliant en bas et en arrière, ce corps forme une surface arrondie, *genou du corps calleux*, qui se termine en arrière par une portion rétrécie et triangulaire, *bec du corps calleux*, d'où partent de chaque côté deux lamelles blanches, *pédoncules du corps calleux*, qui vont se perdre en divergeant en arrière, dans l'extrémité interne de la scissure de Sylvius. — Dans l'angle de séparation de ces pédoncules se voit une lamelle grise, *lamelle grise sus-optique*, *racine grise des nerfs optiques.*

3° *Le chiasma des nerfs optiques*, sorte de rectangle allongé transversalement, dont les angles antérieurs se continuent avec les nerfs optiques, et les angles postérieurs avec les bandelettes optiques (15, fig. 94). — Ce corps qui repose dans la gouttière optique du sphénoïde, est formé par l'entrecroisement des bandelettes optiques, décussation telle qu'une partie des fibres de la bandelette optique gauche passe dans le nerf optique droit et réciproquement (2, fig. 95). En avant et en arrière de cet entrecroisement, il existe, en outre un système de fibres arciformes commissurales qui unissent les deux nerfs l'un à l'autre,

et les deux bandelettes l'une à l'autre. A la partie postérieure, ces fibres arciformes allant d'un corps genouillé à l'autre, constituent la *commissure de Gudden* (5, fig. 95). — Les *bandelettes optiques* (5, fig. 95 et 4, fig. 98) naissent d'une double éminence de la couche optique, les *corps genouillés*, (6, 7, fig. 95, et 13, 14 fig. 98), ce sont deux lamelles qui se portent en avant et en dedans en contournant les pédoncules cérébraux et s'accolent l'une à l'autre au devant du tuber cinéreum pour former le chiasma.

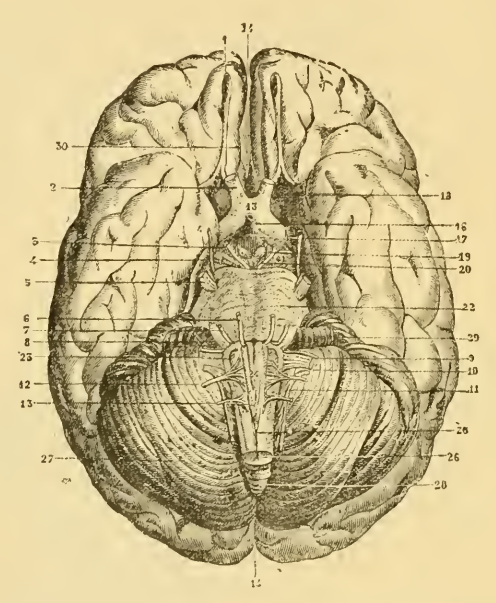


Fig. 94. — Surface inférieure du cerveau et origine apparente des nerfs crâniens.

1, nerf olfactif; 2, nerf optique ; 3, nerf moteur oculaire commun ; 4, nerf pathétique ; 5, nerf trijumeau ; 6, nerf moteur oculaire externe ; 7, nerf facial ; 8, nerf auditif ; 9, nerf glosso-pharyngien ; 10, nerf pneumogastrique ; 11, nerf spinal ; 12, nerf grand hypoglosse ; 13, nerf de la première paire cervicale; 14, 14, scissure interhémisphérique; 15, chiasma des nerfs optiques; 16, infundibulum ; 17, *tuber cinereum* ; 18, quadrilatère perforé ; 19, tubercules mamillaires; 20, espace perforé interpédonculaire ; 21, pédoncules du cerveau ; 22, protubérance annulaire ; 23, olive ; 24, pyramide antérieure ; 25, entre-croisement des pyramides ; 26, moelle épinière ; 27, cervelet ; 28, vermis inférieur ; 29, lobule du pneumogastrique ; 30, circonvolution olfactive interne.

En renversant en arrière le chiasma optique, on aperçoit entre les pédoncules du corps calleux que l'on met à jour par cette manœuvre un espace gris triangulaire, qui fait partie du *plancher du troisième ventricule*, c'est la *racine grise des nerfs optiques*, la *lame sus-optique*, contenant un ganglion, *ganglion optique basal*.

Trajets optiques. — Les fibrés optiques sont *partiellement* entrecroisées dans le chiasma chez les Mammifères; en *totalité*, chez les Poissons, les Amphibiens et les Oiseaux, c'est-à-dire chez les animaux qui ont la vision monoculaire. Darkschewich

(*Arch. f. Ophthal.* XXXVII, 1891) a démontré à nouveau un entrecroisement partiel des nerfs optiques dans le chiasma, comme l'ont montré Singer et Münzer. L'opinion de Michel qui n'admet pas l'entrecroisement partiel, est donc ainsi encore une fois infirmée (Voy. aussi Tschaussow, *Tractus opticus*, Anat. Anzeiger, 1889).

Les bandelettes optiques relient les corps genouillés au chiasma. Ces bandelettes sont constituées par trois faisceaux : l'un qui externe, contient les fibres directes ; le deuxième moyen, contenant les fibres croisées, c'est-à-dire provenant de l'œil du côté opposé ; le troisième interne, formé par les fibres de la commissure de Gudden (3, 4, 5, fig. 95).

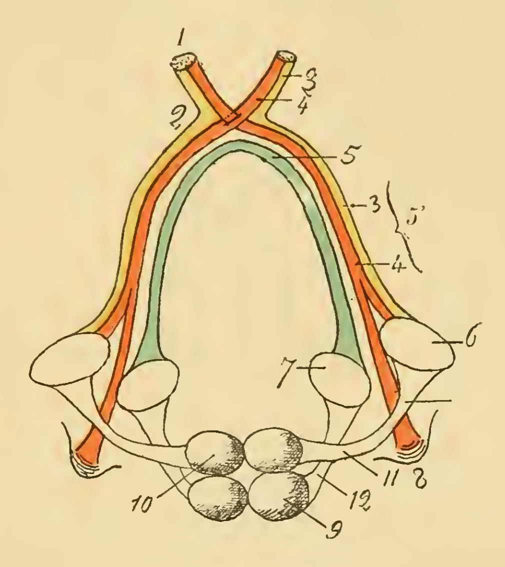


Fig. 95. — Trajet et origines optiques.

1, nerf optique ; 2, chiasma optique ; 3, 3, faisceau direct ; 4, 4, faisceau croisé ; 5, commissure de Gudden ; 5', bandelette optique ; 6, corps genouillé externe ; 7, corps genouillé interne ; 8, pulvinar de la couche optique ; 9, tubercule quatrijumeau postérieur ; 10, tubercule quadrijumeau antérieur ; 11, bras antérieur et externe des tubercules quadrijumeaux ; 12, bras postérieur et interne des tubercules quadrijumeaux.

Lorsqu'elles vont atteindre les corps genouillés, les bandelettes optiques se partagent en deux branches que l'on appelle *racines blanches* du nerf optique, distinguées d'après leur situation en *racine interne* et *racine externe*, encore que cette appellation consacre une erreur anatomique. En effet, la racine externe (3, 4, fig. 95) qui se rend au corps genouillé externe, renferme à elle seule le faisceau optique direct et croisé, c'est-à-dire toutes les fibres optiques, tandis que la racine interne (5, fig. 95) qui se porte au corps genouillé interne, ne comporte que les fibres de l'arc de Gudden, nullement affecté à la vision. Aussi alors que l'ablation des yeux conduit à la dégénération de la bandelette optique, y compris le corps genouillé externe et le tubercule quadrijumeau antérieur, cette ablation reste-t-elle sans effet sur la commissure de Gudden, y compris le corps genouillé interne et le tubercule quadrijumeau postérieur (Gudden, Bechterew, etc.). Inversement, la destruction expérimentale du tubercule

quadrijumeau antérieur, y compris le corps genouillé externe, donne-t-elle lieu à l'abolition de la vision, tandis que la destruction du tubercule quadrijumeau postérieur ne détermine que la dégénération de l'arc de Gudden et aucun phénomène de cécité.

Gratiolet et Stilling ont décrit une troisième racine au nerf optique, *racine intermédiaire*, petite chez l'Homme et les Singes, volumineuse chez les Quadrupèdes, qui se porte aux tubercules nates.

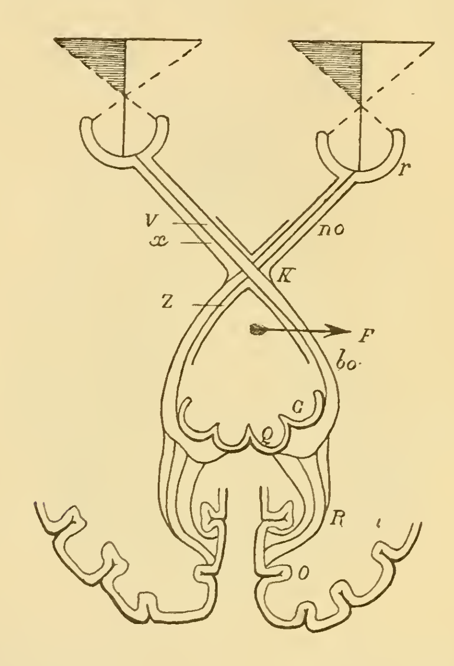


Fig. 96. — Schéma imité de Séguin pour expliquer l'hémianopsie.

r, rétine: v, fibres entrecroisées du nerf optique; x, fibres directes; k, chiasma des nerfs optiques; bo, bandelette optique; G, corps genouillés externes; Q, tubercules quadrijumeaux antérieurs; R, radiations optiques de Gratiolet; O, lobe occipital (région du cunéus); F, flèche indiquant l'interruption; Z, commissure de Gudden.

J'ajoute qu'à la partie interne des bandelettes optiques, viennent se juxtaposer aux fibres de la commissure de Gudden, de grosses fibres qui constituent un faisceau, *commissure de Meynert*, s'étendant du corps de Luys au tuber cinereum, et qui ne paraît avoir aucun rapport avec l'appareil optique.

Quoiqu'il en soit, arrivés au corps genouillé, les faisceaux direct et croisé y pénètrent, les uns s'y arrêtent, les autres ne font que le traverser pour se rendre au pulvinar de la couche optique (4, 8, fig. 95), où elles prennent part à la constitution du *stratum zonale*, mais la majeure partie des fibres gagnent le tubercule quadrijumeau antérieur, par le bras antérieur de ce corps. Ce sont là les centres optiques *inférieurs*, reliés aux noyaux des nerfs moteurs de l'œil et à la protubérance, au bulbe et au cervelet, par les *racines profondes descendantes de Stilling*, (racines optique, protubérantielle, bulbaire et cérébelleuse), et, de plus, reliés aux centres *supérieurs* des hémisphères par un faisceau irradié qui passe

par la partie toute postérieure de la capsule interne et constitue les *irradiations optiques de Gratiolet* ou *faisceau optique intra-cérébral* (R, fig. 96). Du tubercule quadrijumeau antérieur et du corps genouillé externe et du pulvinar, les fibres optiques vont, en effet, dans l'écorce occipitale (cuneus). Chaque lobe occipital (*centre visuel cortical*), recevant la bandelette de son côté, reçoit par cela même le faisceau direct et croisé (vx,fig.96), et a dans son domaine la portion temporale de sa rétine et la portion nasale de la rétine opposée. On comprend, dès lors, qu'une interruption quelconque (F, fig. 96), en arrière du chiasma (bandelette optique, corps genouillé externe, tubercules nates, pulvinar, centre ovale occipital), de même qu'une lésion de l'écorce du lobe occipital, donnera lieu à une *amblyopie latérale homonyme*, hémiopie ou hémianopsie, c'est-à-dire à l'abolition de la vision dans la moitié externe de la rétine du même côté et la moitié interne de l'autre rétine. Quant à l'*amblyopie* ou *hémianopsie croisée*, aucune explication suffisante n'en a encore été fournie, et les schémas qui ont été donnés à ce sujet par Charcot, Féré, Seguin, Grasset, ne reposent sur aucune base anatomique certaine.

La rencontre des deux racines, racine directe et racine croisée des nerfs optiques, se fait donc dans l'épaisseur du corps genouillé externe, du tubercule quadrijumeau antérieur et du pulvinar. De là, ces deux racines se rendent, soit dans la bandelette descendante bulbo-cérébelleuse, soit dans la bandelette irradiée cérébrale.

4° *Losange central*. — En arrière du chiasma est un espace losangique, *losange central*, circonscrit en avant par le chiasma et les parties attenantes des bandelettes optiques, en arrière par deux grosses colonnes blanches, *pédoncules ou cuisses du cerveau*. — Dans cet espace on trouve, en allant d'avant en arrière :

a) Le *tuber cinereum* ou *corps cendré*, lame grise triangulaire et bombée en dôme, limitée en avant par le chiasma, en arrière par les tubercules mamillaires et de chaque côté par les bandelettes optiques (17, fig. 94). — Il forme la partie la plus déclive du plancher du troisième ventricule et sur lui s'implante une tige conique, la *tige pituitaire*. — Celle-ci est un cordon grisâtre long d'environ 5 millimètres, implanté par sa base, *infundibulum*, (15', fig. 98) sur le dôme du tuber cinéréum, et aboutissant par son sommet au corps pituitaire (16, fig. 94). — Elle est formée par une écorce fibro-vasculaire dépendant de la pie-mère, et par une lamelle enroulée de substance grise qui se continue avec celle du tuber cinéréum et par lui avec la substance grise qui ferme le sommet du troisième ventricule.

La *tige pituitaire* est creusée d'un canal évasé en haut où il communique avec le troisième ventricule et dont il peut être considéré comme le prolongement, plus étroit en bas, où il est assez souvent oblitéré. — Elle traverse le diaphragme de l'hypophyse et comme elle se brise ordinairement lorsqu'on enlève le cerveau, on trouve un petit trou en son lieu d'insertion au centre du tuber cinereum.

Le *corps* ou *glande pituitaire*, *glans pituitam excipiens* de Vésale, *hypophyse* de Chaussier (h, fig. 97), est un corps ovoïde grisâtre d'environ 12 millimètres de large sur 8 de long et 6 de haut, appendu à la tige pituitaire et logé dans la selle turcique où il est maintenu par le repli pituitaire de la dure-mère, *diaphragme de l'hypophyse*, percé d'un trou à son centre par lequel passe la tige pituitaire. — Il est formé de deux lobes séparés par une cloison transversale de tissu conjonctif. — Le lobe anté-

rieur, d'une couleur jaunâtre, est le plus volumineux ; il paraît offrir les caractères d'une glande vasculaire sanguine (Frey, Koelliker, Ch. Robin, etc.) et dérive de l'épithélium pharyngien de la bourse de Rathke. Le lobe postérieur, plus petit et grisâtre, contient des éléments nerveux au milieu d'une gangue névroglique.

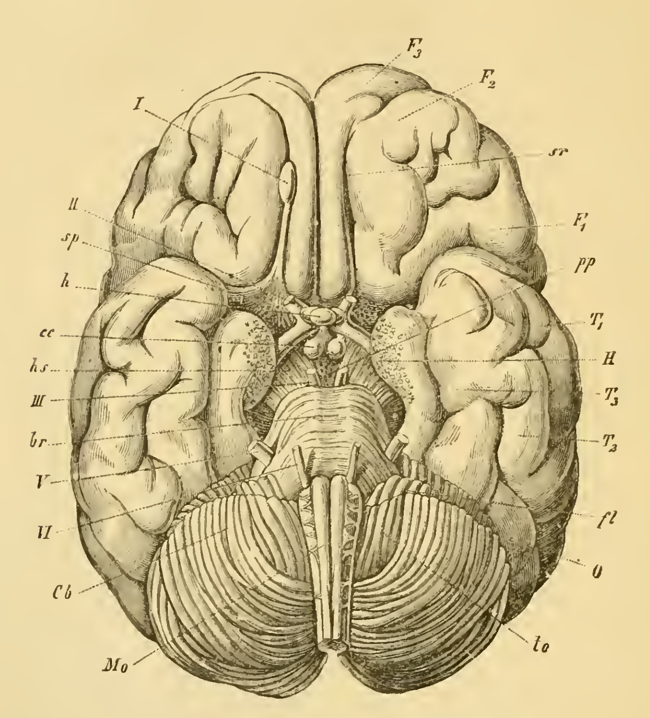


Fig. 97. — Face inférieure ou base de l'encéphale.

I, bulbe olfactif; sr, sillon olfactif, II, nerf optique ; sp, espace perforé latéral; h, hypophyse ; cc, tubercules mamillaires ; p, p, espace perforé postérieur ; hs, pédondules cérébraux ; III, nerf oculo-moteur commun ; H, circonvolution de l'hippocampe ; br, protubérance annulaire ; V, nerf trijumeau ; VI, nerf oculo-moteur externe ; Cb, cervelet ; le, lobule amygdalien ; Mo, pyramides antérieures du bulbe rachidien ; O, lobe occipital du cerveau ; fl, lobule du pneumogastrique du cervelet ; T^1, T^2, T^3, première, deuxième et troisième circouvolutions sphénoïdales ; F^1, F^2, F^3, première, deuxième et troisième circonvolutions frontales.

Sur ce dernier seul, qui est creux dès le début et reste tel chez les vertébrés inférieurs, vient s'insérer la tige pituitaire, comme le démontrent très bien les coupes sagittales de la glande.

L'hypophyse qui dérive du cerveau intermédiaire paraît être le débris d'un organe sensoriel (Wiedersheim). Houssay la considère comme un reste de branchie. Chez *Polyptère*

persiste dans la période post-embryonnaire un canal hypophysaire creusé dans l'os et dirigé vers la bouche (Waldschmid).

La grande pituitaire, — que Galien considérait comme une sorte d'éponge destinée à absorber la pituite, — peut être le siège de diverses productions pathologiques, kystes, tubercules, cancers, qui compriment le chiasma optique et les nerfs de l'œil à leur sortie du crâne, d'où une amblyopie double contrastant, au début, avec l'absence de signes ophthalmologiques (signe de Bernhardt), et une ophthalmoplégie avec absence de troubles de la sensibilité et de la motricité générales.

b) En arrière du tuber cinereum, entre lui et l'espace interpédonculaire, on voit deux tubercules arrondis et blancs, *tubercules mamillaires (corpora candicantia)* (cc, fig. 97, et 15, fig. 98), adossés l'un à l'autre et implantés par leur base sur une lamelle de substance grise. — Leur écorce, seule partie blanche, est formée par les piliers antérieurs du trigone cérébral qui les embrassent dans une sorte de boucle (4, fig. 150); leur centre, constitué par de la matière grise, se continue avec la substance grise qui tapisse le troisième ventricule et reçoit un faisceau blanc, *faisceau de Vicq d'Azyr* (8, fig. 134), qui vient du tubercule antérieur de la couche optique, et un autre faisceau, *faisceau de la calotte*, qui provient du plancher de l'aqueduc de Sylvius et du ruban de Reil.

Double chez l'Homme et le Singe, ces tubercules sont représentés par une saillie unique chez les autres Mammifères. Ils n'existent que chez les Mammifères et leur développement est lié à celui du trigone cérébral qui fait défaut aussi chez tous les vertébrés inférieurs. — Ils sont formés de deux groupes de cellules dont les fonctions paraissent être distinctes : Un *groupe interne* qui reçoit le pilier antérieur du trigone et émet le faisceau de Vicq-d'Azyr qui monte dans le tubercule antérieur du Thalamus, et fait partie du système olfactif : — un *groupe externe* qui est rattaché au système spinal par un faisceau, *faisceau du corps mamillaire*, visible extérieurement chez quelques animaux, enfoui chez l'Homme dans la substance grise du troisième ventricule et qu'on suit avec peine, à travers la calotte, jusque dans la région moyenne du pédoncule cérébral.

c) En arrière des tubercules mamillaires on trouve une dépression de forme triangulaire, à sommet dirigé en arrière vers la protubérance, et limitée à droite et à gauche par les pédoncules cérébraux, c'est l'*espace interpédonculaire*. — Il est de couleur grise et percé d'un grand nombre de trous vasculaires, d'où le nom qui lui a été donné d'*espace perforé postérieur* (p. p., fig. 97). — Lorsque cet espace est déchiré, on voit à sa place un orifice qui mène dans le troisième ventricule dont la paroi inférieure a été ouverte. — Sur la partie médiane de l'espace interpédonculaire on aperçoit un sillon, et de chaque côté deux tractus blancs qui sont les origines des nerfs oculo-moteurs communs (III, fig. 97). — Ces tractus sont séparés des pédoncules cérébraux par une traînée de substance noire.

Simple lame de substance grise chez l'Homme, elle constitue un ganglion, *ganglion interpédonculaire*, chez divers Mammifères. Gudden et Forel ont d'ailleurs décrit dans la paroi de l'espace interpédonculaire un petit amas de cellules nerveuses qui, dans l'espèce humaine, représente le rudiment du ganglion interpédonculaire. De cette substance

grise part un faisceau ascendant qui se rend au ganglion de l'habenula situé sur le bord interne du thalamus et qui sert de centre trophique à ce faisceau (Meynert).

5° *Pédoncules cérébraux.* — En arrière du losange central, on voit émerger de dessous le bord antérieur de la protubérance annulaire, deux gros cordons blancs, *pédoncules cérébraux* (hs, fig. 97), qui se portent en avant et en dehors en divergeant et pénètrent dans l'hémisphère cérébral corres-

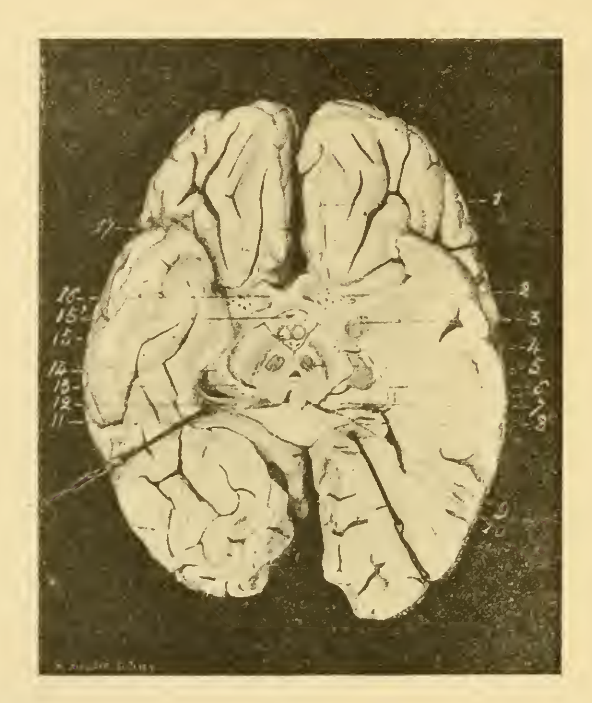


Fig. 98.— Face inférieure du cerveau : Pédoncules cérébraux, bourrelet du corps calleux, fente de Bichat, corps genouillés (photogravure).

1, nerf olfactif, terminé par le bulbe olfactif ; 2, espace perforé latéral ; 3, noyau amygdalien ; 4, bandelette optique sectionnée ; 5, noyau rouge dans l'épaisseur du pédoncule cérébral ; 6, tœnia demi-circulaire ; 7, pulvinar ; 8, corne d'Ammon sectionnée ; 9, fente de Bichat ; 10, glande pinéale ; 11, bourrelet du corps calleux ; 12, corps bordant (pilier postérieur de la voûte) ; 13, corps genouillé interne ; 14, corps genouillé externe ; 15, tubercules mamillaires ; 15', infundibulum du 3me ventricule ouvert par arrachement de la tige pituitaire ; 16, chiasma optique ; 17, grande scissure interhémisphérique (L'hémisphère gauche a subi une section horizontale pour dégager les corps genouillés et mettre à nu le noyau amygdalien).

pondant où ils se perdent. — Si vous coupez ces cordons en travers, vous retranchez du même coup le cervelet et l'isthme du cerveau, et vous voyez sur la surface de section le *locus niger*, le *noyau rouge de Stilling*, l'implantation des racines de l'oculo-moteur commun sur le bord interne des pédoncules, et un orifice qui n'est autre chose que la coupe de l'aqueduc de Sylvius (5, fig. 98). — Cette coupe permet de voir le reste des parties qui siègent

sur la région médiane de la base du cerveau, l'extrémité postérieure du corps calleux et la partie la plus reculée de la grande fente interhémisphérique.

6° *Extrémité postérieure du corps calleux.* — En arrière des pédoncules cérébraux, on aperçoit l'extrémité postérieure du corps calleux sous la forme d'un gros cordon blanc transversal, *bourrelet du corps calleux*, *splenium* qui s'enfonce latéralement dans les lobes postérieurs du cerveau (11, fig. 98).

7° *Fente de Bichat.* — Le bourrelet du corps calleux forme la partie moyenne de la lèvre supérieure d'une large fente, grande *fente cérébrale de Bichat* (9, fig. 98), dont la lèvre inférieure est constituée au milieu par les tubercules quadrijumeaux. — Sur les côtés, la lèvre supérieure est constituée par les pédoncules cérébraux et la lèvre inférieure par le bord interne des hémisphères du cerveau, ou plus exactement par les circonvolutions qui forment ce bord interne et qu'on appelle la circonvolution de l'hippocampe. Dans son ensemble, cette fente présente la forme d'un fer à cheval ouvert en avant, embrassant les pédoncules cérébraux et les couches optiques, et s'étendant d'une vallée de Sylvius à l'autre. — Pour la bien voir, il convient, l'encéphale reposant sur sa convexité, de soulever le cervelet que l'on porte en même temps en avant. — Sa portion médiane donne passage à la toile choroïdienne qui pénètre dans le ventricule moyen. Les parties latérales laissent pénétrer la pie-mère, *plexus choroïdes*, dans les ventricules latéraux. Toutefois il est à remarquer que la toile et les plexus choroïdes n'entrent pas réellement dans les ventricules cérébraux, nous l'avons déjà dit, mais ne font que s'y invaginer.

8° *Extrémité postérieure de la grande scissure médiane.* — Beaucoup plus étendue que l'antérieure, l'extrémité postérieure de la scissure interhémisphérique est limitée en avant par le bourrelet du corps calleux et loge la base de la faux du cerveau (voy. fig. 98).

Commissures de Gudden et de Meynert. — A la région médiane de la base du cerveau nous joindrons l'étude des *commissures de Gudden et de Meynert.*

Les dégénérations expérimentales ont démontré une chose assez singulière, c'est que le tiers postérieur environ du chiasma et des bandelettes optiques n'appartient pas au système optique (GUDDEN), mais constitue une commissure d'un nouvel ordre.

La *commissure de Gudden* (5, fig. 95) s'étend du corps genouillé interne d'un côté au corps genouillé interne du côté opposé en suivant le bord interne des bandelettes optiques et le bord postérieur du chiasma optique. C'est ce que l'on décrivait autrefois sous le nom de faisceau arqué postérieur du chiasma. Par l'intermédiaire du corps genouillé interne les fibres de la commissure de Gudden communiquent avec le tubercule quadrijumeau postérieur. Or, si les tubercules quadrijumeaux antérieurs et les corps genouillés externes sont les noyaux d'origine des fibres optiques (GUDDEN, BECHTEREW, etc.), les corps genouillés internes et les tubercules quadrijumeaux postérieurs n'ont rien à faire avec l'appareil de la vision.

La *commissure de Meynert* est juxtaposée à la commissure de Gudden. Elle prend naissance dans la région sous-optique, dans le corps de Luys, d'après les recherches les plus récentes, descend de là dans le pédoncule cérébral, qu'elle traverse de haut en bas pour venir s'accoler à la bandelette optique, dont elle suit le bord interne jusqu'au chiasma. Là, elle s'entrecroise avec celle du côté opposé et se termine dans la substance

grise du tuber cinereum, dans les cellules de la lame grise sus-optiques (*ganglion optique basal*), qui envoient des fibres au nerf optique (*racine grise du nerf optique*), ainsi que l'ont observé Meynert, Huguenin, et, plus récemment, Jacob Honegger.

La commissure de Meynert est étrangère au système optique.

b. **Régions latérales de la face inférieure du cerveau.** — Elles présentent d'avant en arrière :



Fig. 99. — Face inférieure de l'encéphale : espace perforé latéral, vallée de Sylvius, (photogravure).

I, 1, grande scissure interhémisphérique ; 1, circonvolution orbitaire interne ; 2, nerf olfactif ; 3, scissure de Sylvius ; 4, glande pituitaire ; 5, tige pituitaire et tuber cinéreum ; 6, nerf oculo-moteur commun ; 7, pédoncule cérébral ; 8, nerf trijumeau ; 9, floculus ; 10, pyramide du bulbe ; 11, sillon médian du bulbe et entrecroisement des pyramides ; 12, groupe pneumogastrique ; 13, acoustico-facial ; 14, nerf oculo-moteur externe ; 15, pont de Varole ; 16, bandelette optique ; 17, espace perforé latéral (champ olfactif, vallée de Sylvius) ; 18, lobule orbitaire ; A, amygdale du cervelet ; B, fente de Bichat ; C, cervelet ; T^5, circonvolution de l'hippocampe.

1° La *face inférieure du lobe antérieur* ou *frontal* (F^1 F^2 F^3, fig. 98, et 18, fig. 99) de forme triangulaire à sommet mousse dirigé en avant, *corne frontale*, à base tournée en arrière et répondant à la scissure de Sylvius : cette face repose sur la fosse frontale et présente à sa partie interne un sillon profond, le *sillon olfactif* ou *orbitaire interne*, qui reçoit une bandelette blanche, la *bandelette olfactive* (2, fig. 99).

Cette bandelette olfactive est prismatique et triangulaire pour s'adapter à la forme du sillon olfactif où elle se loge ; elle est renflée en massue à son extrémité antérieure, et ce renflement d'un aspect gris rosé porte le

nom de *bulbe olfactif* (1, fig. 97) et repose dans la gouttière ethmoïdale. Par sa face inférieure il donne naissance aux nerfs olfactifs.

2° *L'extrémité inférieure de la scissure de Sylvius* qui, en raison de sa largeur à ce niveau, prend le nom de *vallée de Sylvius* (17, fig. 99). C'est en ce point qu'est situé le confluent latéral. — Si l'on détruit l'arachnoïde qui passe comme un pont sur l'extrémité interne et inférieure de la scissure de Sylvius, et si l'on enlève ensuite la pie-mère qui la tapisse, on met à jour une surface quadrilatère blanchâtre et criblée de trous vasculaires ; c'est la *substance perforée antérieure* de Vicq-d'Azyr, le *quadrilatère perforé* de Foville, l'*espace perforé latéral* (98, fig. 2), qui se fusionne par sa partie profonde avec le corps strié.

Limité en avant par l'écartement des deux racines blanches du nerf olfactif, en arrière par la bandelette optique, en dedans par le chiasma et la racine grise des nerfs optiques, en dehors par le sommet du lobe sphénoïdal du cerveau, cet espace perforé est le résultat de l'arrachement des artérioles et des veinules qui pénètrent le cerveau pour se rendre dans les corps striés.

Cet espace, en raison de ses relations avec les racines du nerf olfactif, mérite le nom de *carrefour olfactif*. Il est en effet limité en avant et de chaque côté par les racines interne et externe de l'olfactif, et d'autre part, une bonne partie des racines moyennes de ce nerf se jettent dans sa propre substance (pyramide de Sœmmerring). La substance grise de l'espace perforé est donc l'origine de la racine grise de l'olfactif, elle se continue souvent avec les tractus de Lancisi et par eux avec le corps godronné.

L'espace perforé est enfin traversé en diagonale par une bandelette blanche qu'on met à jour en raclant un peu la substance grise de l'espace ; c'est la *bandelette diagonale* de Broca, que Vicq-d'Azyr considérait comme la continuation du pédoncule du corps calleux, mais qu'il est juste de prendre maintenant avec Brissaud, comme la continuation du *pied du septum lucidum*. — Cette bandelette, particulièrement développée chez les animaux Osmatiques, va se perdre dans la cavité antérieure de la circonvolution de l'hippocampe.

En arrière, la bandelette olfactive se divise en deux faisceaux : l'un externe, *racine blanche externe*, qui se porte obliquement vers l'origine de la scissure de Sylvius et va se perdre dans la partie la plus antérieure de la circonvolution de l'hippocampe ; l'autre interne, *racine blanche interne*, qui se dirige obliquement vers le pédoncule correspondant du corps calleux, mais, non pas pour se fusionner avec lui ou aller se perdre dans l'extrémité antérieure de la circonvolution du corps calleux (*lobe paralimbique*), mais pour aller se continuer avec les tractus de Lancisi qui appartiennent au vrai lobe limbique (Voy. Bole. *Le lobe limbique du cerveau des Mammifères.* Thèse de Lille, 1893.) Si on renverse cette bandelette en arrière, on constate enfin qu'elle est reliée par sa base au lobe orbitaire par des fibres blanches irradiées, *racine moyenne, racine grise* des nerfs olfactifs, qui s'enfoncent presqu'aussitôt dans la substance du quadrilatère perforé, saillante à ce niveau sous la forme d'une pyramide, *pyramide olfactive, pyramide de Sœmmerring* (sp, fig. 97), et gagnent la tête du noyau caudé et la commissure blanche antérieure.

Les fibres de cette racine seraient de deux ordres : les unes, *fibres en anses*, réuniraient les nerfs olfactifs des deux côtés en passant par la commissure blanche antérieure ; les autres, *fibres entrecroisées*, traverseraient également la commissure blanche en s'entrecroisant sur la ligne médiane, et de là se porteraient dans le lobe temporal. Ce sont ces dernières fibres qui constitueraient le *chiasma olfactif* admis par Meynert. Du même coup on comprendrait les faits d'*anosmie* unilatérale et croisée, qui surviennent à la

suite d'une lésion unilatérale d'un hémisphère. Mais après les recherches de Gudden et Ganser, il est peut-être difficile de continuer à croire à ce chiasma olfactif, parce que, à la suite de destruction d'un bulbe olfactif, si la partie olfactive ou antérieure de la commissure s'atrophie des deux côtés, la portion temporale de cette commissure reste intacte.

Chez beaucoup de Vertébrés, y compris les Mammifères, cette partie de la face inférieure du cerveau qui correspond aux racines olfactives, se dispose en un lobe, *lobe olfactif*, qui s'avance en avant et porte une cavité dans son épaisseur. La cavité des lobes olfactifs communique avec la cavité des ventricules latéraux. Ces lobes, bien visibles jusqu'au cinquième mois chez le fœtus humain, disparaissent plus tard.

Chez les animaux à odorat très développé, *animaux Osmatiques* de Broca, comme les Carnassiers, le lobe olfactif, *lobe piriforme*, limité par la scissure limbique, est volumineux et la racine externe se continue avec la circonvolution de l'hippocampe; chez les animaux à odorat peu développé, *animaux Anosmatiques* de Broca, comme les Cétacés, la circonvolution de l'hippocampe est beaucoup moins développée et il en est de même de la corne d'Ammon qui n'en est qu'une dépendance. Chez le Dauphin, cette corne est tout à fait rudimentaire; chez les Primates, les centres olfactifs sont en voie de régression.



Fig. 100. — Face latérale de l'Encéphale ; Scissure de Sylvius.

1, cervelet; 2, pli courbe ; 3, lobule du pli courbe ; 4, circonvolution pariétale ascendante ; 5, circonvolution frontale ascendante ; 6, scissure de Rolando ; 7, deuxième frontale; 8, sillon prérolandique; 9, pied de la 3e circonvolution frontale ; 10, lobe de l'Insula ; 11, scissure de Sylvius ; 12, sillon parallèle.

Le *lobe olfactif* (bulbe olfactif de l'anatomie humaine) a la structure d'une véritable circonvolution cérébrale, ce qui ne nous étonnera pas si nous nous rappelons que le lobe olfactif se présente au début comme une évagination du ventricule latéral. Owjannikow, Walter, Lockard Clarke, Broca, Golgi, et, plus récemment Ramon y Cajal, Van Gehuchten et Martin, Conil, ont étudié la structure du bulbe olfactif. Selon Golgi (*Arch. ital. de Biologie*, t. I, p. 454, 1882), on y trouve : 1° une *couche superficielle* de fibres nerveuses provenant des fibres nasales; 2° une *couche profonde* ou *médullaire*, composée aussi de fibres nerveuses blanches qui se jettent dans la bandelette

olfactive, et de quelques éléments cellulaires ; 3° d'une *couche moyenne* ou *intermédiaire* qui comprend une *zone externe* ou *glomérulaire* (glomérules olfactifs), une *zone moyenne* ou *intermédiaire*, composée de cellules fusiformes, et une zone interne constituée par une rangée de cellules géantes analogues aux cellules de Purkinje du cervelet. La couche moyenne du bulbe olfactif est donc essentiellement constituée par des cellules nerveuses qui semblent jouer le rôle d'un relai, d'un ganglion entre les fibres qui viennent de l'écorce cérébrale et celles qui vont à la muqueuse olfactive des fosses nasales. Le lobe olfactif fait partie du lobe limbique et doit définitivement lui rester attaché (Voy. Van Gehuchten et Martin, *La Cellule*, VII, 1892; — Conil, *Mém. de la société de Biologie*, 1892).

Malgré la dégradation de l'appareil olfactif chez l'homme, cet appareil est encore considérable chez lui, ce qui explique la finesse de son flair olfactif. Trolard (*De l'appareil nerveux central de l'olfaction*, Arch. de neurologie, t. XXII, p. 203, 1891) y fait rentrer la circonvolution godronnée, qui serait le noyau cortical de l'olfaction, les piliers du trigone, la bandelette cornée, le septum lucidum et ses pédoncules ou bandelettes diagonales et un faisceau qu'il appelle *arc rachidien*, qui se rendrait de la bandelette diagonale à la protubérance.

3° La *scissure de Sylvius* se porte en dehors et en haut en décrivant une courbe à concavité postérieure, et remonte ainsi sur la face externe de l'hémisphère où nous la retrouverons plus tard. Elle est masquée par l'arachnoïde qui passe en pont du lobe antérieur sur le lobe postérieur du cerveau; la pie-mère, au contraire, s'enfonce dans la scissure, qui loge aussi l'artère cérébrale moyenne.

4° En arrière de la scissure de Sylvius, on aperçoit une surface réniforme, *face inférieure du lobe postérieur du cerveau*, subdivisée généralement en lobe moyen ou sphénoïdal reposant dans la fosse cérébrale moyenne, et en lobe postérieur ou occipital qui repose sur la fente du cervelet (Voy. fig. 98). — Ce lobe embrasse, par son bord interne, le pédoncule cérébral correspondant et forme la lèvre externe de la partie latérale de la fente de Bichat. — Il présente, comme le reste de la surface de l'hémisphère, une série de circonvolutions, circonvolutions temporo-occipitales, et se termine en avant par un sommet mousse, *corne sphénoïdale*, et en arrière par une extrémité analogue, *corne occipitale*.

§. II. — Circonvolutions cérébrales

Sous le nom de *circonvolutions cérébrales*, on désigne des replis épais, juxtaposés et tortueux, qui recouvrent la surface du cerveau, et sont séparés les uns des autres par des sillons plus ou moins profonds.

Le développement de ces plis est extrêmement variable selon les espèces et les races, et même selon les individus d'une même famille. Cependant, on peut

dire d'une façon générale avec A. Desmoulins, que leur développement est en raison directe du nombre et de la perfection des facultés intellectuelles dans les espèces comme dans les races et les individus. — C'est en se basant sur l'absence, la présence et l'abondance des circonvolutions que Richard Owen répartit les animaux en trois groupes : les *Lissencéphales* qui ont le cerveau lisse, les *Gyrencéphales*, qui ont un cerveau plissé, et les *Archencéphales* qui ont d'abondantes circonvolutions. Mais il ne faudrait pas faire de ce groupement un caractère de classification zoologique, car si on examine à ce sujet un certain nombre d'espèces animales, on est de suite frappé de voir que dans un même groupe, telle espèce a le cerveau lisse, telle autre le cerveau plissé.

C'est ainsi que parmi les Monotrèmes l'Ornithorhynque a un cerveau lisse et l'Echidné un cerveau plissé.

Le Dionyx, parmi les Edentés, est tout à fait lissencéphale, l'Unau est gyrencéphale (G. Pouchet). On peut remarquer de plus que les cerveaux sans plis s'observent presque toujours dans les espèces de petite taille.

Les circonvolutions sont donc formées par le plissement de l'écorce cérébrale, dont l'action est proportionnelle à la surface du cerveau ; un cerveau lisse est donc, toutes choses égales d'ailleurs, inférieur à un cerveau plissé, puisqu'il a moins de surface. A intelligence égale et dans un même ordre zoologique, les animaux les plus grands doivent avoir les cerveaux les plus plissés. Ce fait se vérifie très bien dans l'ordre des Rongeurs, des Ruminants et des Primates. Ainsi, quoique les Rongeurs en général soient lissencéphales, le plus grand d'entre eux, le Cabiai, est gyrencéphale, tandis que le Chevrotain de Java, le plus petit des Ruminants, est presque lissencéphale· ainsi encore, bien que le type général des Primates soit gyrencéphale, les plus petites espèces de la famille des Cébiens sont lissencéphales.

Dareste a expliqué ce fait en disant que le cerveau renferme toujours une partie fondamentale ou automate en rapport avec des fonctions primitives. Ce cerveau là croît avec le corps pour ne pas rester en retard sur le reste ; son volume augmente en même temps que la taille de l'animal. Le plissement de la surface du cerveau est en relation directe, au contraire, avec le volume du cerveau (Baillarger). Broca, d'autre part, a bien montré que ce plissement n'a pas lieu au hasard, mais qu'il est déterminé par les connexions mêmes de la partie qui s'amplifie avec les parties profondes.

Le plissement du cerveau n'est pas un phénomène primaire, puisqu'il n'existe pas chez l'embryon et qu'il ne se manifeste pas non plus dans des espèces élevées, mais de petite taille (Ouistiti, etc.) ; il est la conséquence de l'extension de l'écorce cérébrale et, s'il est *ordonné* par les connexions qui s'établissent entre le manteau et le corps de l'hémisphère, il paraît *déterminé* par la loi géométrique du rapport des surfaces avec les volumes. A ce titre, il est influencé à un haut degré par les variations de la taille parmi les genres d'une même famille, parmi les familles d'un même ordre. On sait, en effet, que dans les corps semblables les volumes croissent comme les cubes des diamètres (1 : 8), tandis que les surfaces ne croissent que comme les carrés des diamètres (1 : 4). Un boulet de 12 n'a pas une surface triple de celle d'un boulet de 4, car la surface s'accroît deux fois moins que le volume. Pour que la *surface* des hémisphères cérébraux pût s'accroître autant que le *volume* du corps, il fallut donc qu'elle se plissât sur elle-même. Par cet artifice fut

rétablie l'harmonie. En d'autres termes, un cerveau qui grandit doit se plisser sous peine de déchoir (Broca) (1).

Si les plis du cerveau suivent la direction où la résistance est au *minimum*, les dolichocéphales auront plus particulièrement des plis longitudinaux d'avant en arrière, les brachycéphales des plis transversaux. C'est, paraît-il, ce que L. Meyer (1876) et Rüdinger (1877) auraient, en effet, constaté ; c'est ce que Turner a démontré chez les Cétacés (Narwall, etc.)

En résumé, le plissement du cerveau n'est pas en relation avec les vaisseaux comme le pensaient Boerhaave et Reichert, mais le résultat, comme l'ont admis Baer, Henle, Bischoff, Hyrtl, etc., de l'agrandissement de cet organe en présence de la résistance (pas actuelle mais ancestrale), j'ajoute que lui présente la capsule ostéo-fibreuse qui constitue le crâne à ses débuts ; au fond, sa cause est purement mécanique, et dans l'ontogénie représente une transmission héréditaire d'une disposition acquise pendant l'évolution phylogénique, ainsi que l'ont soutenu avec raison assez récemment Chiarugi et G. Valenti.

La fixité du type cérébral dans chacun des groupes de Vertébrés exclut, en effet, un chiffonnement aveugle du manteau, dans l'obligation de se plisser pour trouver place dans un espace trop étroit.

Longtemps l'abondance même des circonvolutions dans le cerveau de l'homme a eté un obstacle à leur étude. Il faut arriver à Leuret pour trouver l'ébauche des lois de leur distribution. Ces lois furent développées un peu plus tard par Gratiolet, mais elles n'ont reçu toute leur précision que depuis les recherches de P. Broca, Ecker, Pansch, Bischoff, Huxley, Rüdinger. Ainsi l'on a reconnu que tout était harmoniquement ordonné là, où l'on croyait naguère que tout était variabilité et dédale inextricable. Mais pour arriver à ce résultat on a procédé du simple au compliqué ; on en a appelé à l'anatomie comparée et à l'anatomie du développement. Et, alors, le chaos a cessé, et les lois morphologiques du développement des circonvolutions du cerveau s'en sont assez vite dégagées. Dans chaque espèce, comme l'avait dit Leuret, le type circonvolutionnaire est invariable et le type de l'Homme est le même que celui du Singe.

Examinons à cet effet un Vertébré inférieur, un Ornithorhynque, un Rat, une Taupe, un Ouistiti : leur cerveau est lisse, aucun pli n'en dérange la surface polie et à ce point de vue il est curieux de remarquer combien le cerveau du fœtus humain de 3 à 4 mois rappelle le cerveau lisse du Ouistiti. Elevons-nous dans la série animale, envisageons par

(1) L'épaisseur de l'écorce du cerveau, constante dans une espèce, dit G. Gelgersma (*Neurol. Centralb.* 1890), varie avec les espèces. Les trousseaux de fibres, qui, comme autant de rayons, établissent entre les divers points de la surface, la continuité entre l'écorce et les noyaux de la base et les pédoncules, occupent le noyau du solide représenté par l'hémisphère. Or, quand un solide s'accroît, ce qui est le cas du cerveau, sa surface augmente comme le carré du rayon, et son volume comme le cube du même rayon. Si, par suite la nappe corticale grise n'augmente pas continuellement, il y aura bientôt disproportion entre la surface et le volume. C'est ce qui serait arrivé si une compensation n'était survenue. Cette compensation, c'est l'augmentation de la surface et la diminution relative et proportionnelle du volume par la genèse de plis. Les circonvolutions cérébrales et cérébelleuses n'ont pas d'autre origine. Plus la surface du cerveau est grande et plus le volume est petit, plus nombreuses et plus compliquées sont les circonvolutions. C'est affaire d'espèces.

Eh bien, la grandeur de la superficie est déterminée par deux facteurs : 1° la quantité absolue de substance grise ; 2° l'épaisseur de l'écorce. La première dépend du développement des facultés de l'espèce et de sa taille ; plus la seconde est mince, plus nombreuses sont les circonvolutions. C'est pourquoi le cerveau des Cétacés est si riche en volutes ; c'est pourquoi le cervelet se plisse plus tôt et acquiert plus de plis que le cerveau.

exemple le cerveau du Castor, de l'Agouti, du Lapin, nous y voyons l'indice d'une scissure que nous appellerons bientôt la scissure de Sylvius, et l'ébauche sur la convexité du cerveau de quelques sillons à direction antéro-postérieure qui sont comme une tendance à la formation de circonvolutions longitudinales rudimentaires. Nous avons franchi la transition entre le cerveau lisse et le cerveau à plis rudimentaires. Montons un pas de plus, et envisageons le cerveau de l'Aï, du Phæscolome et nous trouverons ces circonvolutions mieux dessinées mais encore très simples, allant de la partie antérieure à la partie postérieure des hémisphères. Montons encore, et le Coati, le Kanguroo, nous montreront un progrès incontestable, principalement par l'existence d'une scissure transversale, *scissure cruciale*, qui caractérise les groupes plus élevés et qui siège sur le bord supérieur de l'hémisphère. En outre, la scissure de Sylvius s'est développée ; elle présente maintenant, avec beaucoup plus de netteté, une branche antérieure; *sillon présylvien*, que nous allons retrouver sur le cerveau des Carnassiers et qui remonte vers le bord supérieur de l'hémisphère de façon à le diviser déjà avec le sillon crucial en deux lobes, l'un antérieur, l'autre postérieur. Ce sillon présylvien est important: il représente la scissure de Rolando ainsi que l'ont établi P. Broca, Giacomini et d'autres. Avec les Carnivores, le Renard, le Chien, etc., nous voyons quatre circonvolutions arquées entourant concentriquement la scissure de Sylvius, les *circonvolutions fondamentales* ou *primitives* de Leuret. La plus élevée empiète sur la face interne de l'hémisphère, et se trouve séparée sur cette face de la circonvolution du corps calleux par un sillon, *sillon sous-pariétal*, qui se continue avec le sillon crucial, sauf chez quelques espèces (Chat, Léopard, Ours), et qui est représenté chez l'Homme par cette encoche que forme, sur le bord supérieur de l'hémisphère, la fin de la scissure sous-frontale en arrière du lobule paracentral. Chez les Félins, le Lion, le Chat, la Panthère, les sillons qui séparent ces circonvolutions peuvent être interrompues, et déjà elles peuvent s'anastomoser entre elles. Au demeurant, le cerveau des Carnassiers est divisé en deux lobes, un antérieur ou frontal, et un postérieur ou pariétal.

Autour du sillon crucial, on voit une circonvolution en anse, le *gyrus sigmoïde*, qui est un pli de passage entre le lobe frontal et le lobe pariétal, et qui représente la zone psycho-motrice du cerveau de l'Homme et des Singes. En bas le lobe olfactif se détache très volumineux et se continue en arrière avec un lobe de l'hippocampe considérable et le grand lobe limbique.

En nous élevant encore davantage dans la série des animaux nous rencontrons dans le cerveau des *Ongulés* un type à part, qui se rapproche par certains côtés du cerveau des Carnassiers, mais s'en écarte par la variété, l'irrégularité, et souvent la richesse des circonvolutions. Avec les *Cétacés*, les Carnassiers amphibies, les Phoques, Dauphins, etc., on assiste à un développement plus grand encore des circonvolutions, et à l'autonomie plus grande du lobule de l'insula qui, déjà, chez le Tapir, s'était dégagé du reste de l'écorce. Jusqu'alors les circonvolutions du cerveau des animaux dont il a été question, se dirigeaient toutes d'avant en arrière ; elles traversaient le cerveau dans le sens longitudinal. C'est la disposition fondamentale commune aux Carnassiers terrestres et amphibies, aux Tapiridés, aux Ongulés. Entre ces circonvolutions plusieurs cerveaux ont des moyens d'union, des espèces de soudures, en un mot des plis d'anastomose, mais tous *partiels* ; aucun n'est placé en travers du cerveau de manière à couper les circonvolutions longitudinales en deux groupes, l'un antérieur, l'autre postérieur.

Dans tous ces types, il est encore assez difficile de dire quel est le sillon qui correspond à la scissure de Rolando. Les uns la voient dans le sillon crucial, les autres avec plus de raison, croyons-nous, dans le sillon présylvien. Avec le cerveau de l'Eléphant, le doute cesse, et pour la première fois apparaît d'une façon nette, un *sillon central* ou *sillon de Rolando*, qui limite deux circonvolutions centrales que nous retrouverons chez l'Homme et les Singes.

Le cerveau d'un Singe non Anthropoïde, d'un Pithécien, tel que le Sapajou, le Cyno-

céphale, le Papion, est déjà bien différent des précédents. Les quatre scissures fondamentales, scissures de Sylvius, de Rolando, pariéto-occipitale interne et pariéto-occipitale externe, ont séparé la surface de l'hémisphère en ses départements premiers ou lobes, y compris le lobe de l'insula. Le lobe occipital présente souvent déjà deux ou trois plis; les circonvolutions du lobe pariétal procèdent des plis pariétaux des Carnassiers; le lobe frontal très agrandi porte deux circonvolutions séparées par les sillons courbes frontal et rostral dans lesquels il est facile de découvrir l'ébauche des sillons frontaux du cerveau des Anthropoïdes et de l'Homme. Les Pithéciens n'ont que deux circonvolutions frontales antéro-postérieures; la 3e ou circonvolution de Broca ne fait son apparition qu'avec les Singes Anthropoïdes.

Le cerveau comprend deux *hémisphères*. Chaque *hémisphère* se compose de deux parties : une partie périphérique ou corticale, le *manteau cérébral* ou *écorce du cerveau ;* une partie profonde ou centrale, le *corps de l'hémisphère*. Le manteau recouvre de toutes parts le corps de l'hémisphère, sauf au milieu de sa face interne, où une région unit les deux hémisphères entre eux et chacun d'eux avec l'isthme de l'encéphale par l'intermédiaire des pédoncules cérébraux. A ce point de pénétration des pédoncules dans l'hémisphère on donne le nom de *hile*, et à l'ensemble des points qui unissent les deux hémisphères entre eux et avec les pédoncules, je réserve le nom de *seuil* de l'hémisphère, appelant enfin du nom de *limbe* le bord du manteau qui entoure et borde le seuil.

L'écorce du cerveau comprend à elle seule toutes les circonvolutions. Ces circonvolutions sont séparées les unes des autres par des anfractuosités. Parmi ces anfractuosités, toutes n'ont pas la même valeur, les unes sont constantes dans les espèces et dans les individus, les autres ne le sont point. Aux anfractuosités constantes on a donné le nom de *scissures*, aux autres le nom de *sillons*.

Un groupe de circonvolutions limité de toutes parts par des scissures constituera une division principale du manteau cérébral : c'est un *Lobe*. Les plis d'un même lobe, limités par des sillons, constituent de leur côté une division secondaire de l'écorce à laquelle on réserve le nom de *Circonvolutions*. D'autre part, comme l'écorce du cerveau est partout continue à elle-même, il s'ensuit que les circonvolutions d'un même lobe communiquent entre elles, et avec les circonvolutions des lobes voisins. Les parties qui mettent en communication deux circonvolutions ont reçu le nom de plis de *communication*, le nom de *plis de passage* étant réservé aux plis qui unissent un lobe à un lobe voisin, et celui de *plis d'anastomose* aux plis qui relient ensemble les circonvolutions d'un même lobe. Enfin, à la surface des circonvolutions elles-mêmes sont tracés de petits sillons de moindre importance qu'on appelle des *Incisures*.

L'étude des circonvolutions cérébrales se ramène donc à l'étude des scissures, puis des lobes, enfin des circonvolutions et des sillons.

Il y a 7 scissures : celles de Sylvius, de Rolando, la sous-frontale, la sous-pariétale, la pariéto-occipitale externe, la pariéto-occipitale interne, et la scissure calcarine qui, quoique pas interlobaire, n'en a pas moins une grande importance, comme le prouve l'anatomie comparée. Ces scissures limitent 6 lobes : le lobe *frontal*, visible sur les trois faces de l'hémisphère ; le *lobe pariétal*, que l'on voit à la face externe et interne ; le *lobe temporal*, qui

appartient aux faces externe et inférieure; le *lobe occipital*, visible sur les faces externe, interne et inférieure; le *lobe de l'insula*, visible au fond de la scissure de Sylvius, et le *lobe du corps calleux ou lobe limbique*, constitué par ce que l'on appelle ordinairement la circonvolution du corps calleux et celle du grand hippocampe.

1. Scissure de Sylvius. — Cette scissure (S. S. fig. 101) qui porte le nom d'un anatomiste du XVI[e] siècle, est de toutes la plus importante.

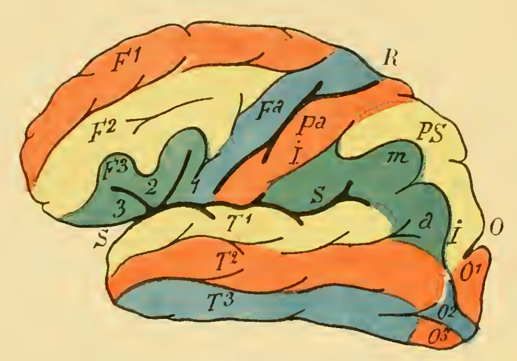


Fig. 101. — Face latérale externe du cerveau (côté gauche).

R, scissure de Rolando; O, scissure occipitale; S. S, scissure de Sylvius; F1, première circonvolution frontale; F2, deuxième frontale; F3, troisième frontale ou circonvolution de Broca; 1, lobule operculaire; 2, lobule triangulaire; 3, lobule orbitaire de la 3e frontale; Fa, frontale ascendante; Pa, pariétale ascendante; Ps, circonvolution pariétale supérieure; I, I, sillon interpariétal; m, lobule du pli courbe; a, pli courbe; T1, première temporale; T2, deuxième temporale; T3, troisième temporale; O1, première circonvolution occipitale; O2, deuxième occipitale; O3, troisième occipitale.

Elle existe seule dans plusieurs espèces, les Lémuriens notamment, et paraît la première chez le fœtus humain, longtemps avant la scissure de Rolando, vers 3 mois 1/2. Elle commence à la base du cerveau, immédiatement en dehors de la racine blanche externe du nerf olfactif, en avant de la pointe du lobe temporal, par un détroit, *détroit* ou *entrée de la scissure*, qui mène en dedans dans l'espace quadrilatère ou perforé antérieur, appelé *vallée de Sylvius* et en dehors dans une large fente, la *scissure de Sylvius* proprement dite, qui résulte du rapprochement des bords de la fosse du cerveau fœtal qui porte le nom de *fosse de Sylvius*. Elle contourne ainsi la pointe du lobe temporal et apparaît à la face externe de l'hémisphère où, légèrement oblique (25 à 30°) en arrière et en haut, elle s'incurve tant soit peu en *S* italique pour se terminer vers le tiers postérieur de l'hémisphère par une queue simple ou bifurquée.

Au-dessus d'elle sont les lobes frontal et pariétal ; au-dessous le lobe temporal. Sa lèvre supérieure est donc constituée en avant par une circonvolution frontale. Or, celle-ci décrit deux plis d'inflexion ou méandres, et

conséquemment deux incissures continues, qui se portent vers le lobe frontal et que l'on appelle *branches antérieures* de la scissure, par opposition à la branche oblique à laquelle on réserve le nom de *branche postérieure*. La branche antérieure de la scissure de Sylvius manque chez les Cébiens et les Pithéciens ; la branche horizontale apparaît chez le Gibbon et le Gorille, et chez le Chimpanzé et l'Orang, on commence à voir, selon Broca, observation contestée cependant, la branche ascendante, encore rudimentaire et manquant dans la moitié des cas.



Fig. 102. — Face externe du cerveau de l'homme.

S, scissure de Sylvius ; S^1, sa branche antérieure bifurquée, et S^2, sa branche postérieure ; F^1, F^2 et F^3, circonvolutions frontales ; VC, frontale ascendante ; HC, pariétale ascendante ; R, scissure de Rolando ; T^1, T^2, T^3, les 3 premières circonvolutions temporales ; P^1, lobule du pli courbe ; P^2, pli courbe ; P^3, pli de passage pariéto-occipital inférieur ; Pr, circonvolution pariétale supérieure ; Cn, Cunéus ; O, scissure occipitale externe.

Elle peut aussi être simplement représentée par une scissure en V ou en Y dans certains cerveaux humains peu plissés, et peut même être aussi simple que chez les Singes sur les cerveaux d'imbéciles, d'idiots et de microcéphales. Quoi qu'il en soit, les deux branches antérieures de la scissure délimitent un petit lobule triangulaire que nous apprendrons bientôt à connaître sous le nom de *cap* de la 3ᵉ circonvolution frontale (2, fig. 101). Les bords de la scissure de Sylvius recouvrent le lobe de l'Insula de Reil que l'on ne peut voir qu'en écartant ces bords au niveau de l'excavation de Sylvius dans laquelle se loge l'Insula. La lèvre sylvienne fronto-pariétale qui retombe par-dessus le lobe porte pour cette raison le nom d'*opercule sylvien*, *opercule de Reil* ou *de Burdach* (1, fig. 101).

La scissure de Sylvius résulte de l'allongement et de l'inflexion brusque du gyrus sylvien primitif.

C'est par les deux branches antérieures de la scissure de Sylvius qu'on apprécie le mieux le perfectionnement du cerveau dans les rangs les plus élevés de la série des Primates, car leur formation est due à l'allongement et au grand développement de la 3e circonvolution frontale.

C'est à tort que Meynert croit avoir retrouvé la branche ascendante de la scissure de Sylvius chez les Carnassiers, car ce qu'il a pris pour telle, siège sur le lobe pariétal et est l'analogue de la scissure de Rolando. On sait, du reste, que le lobe frontal est rudimentaire chez les Carnassiers, et il serait curieux que ces animaux possédassent ce sillon que n'ont même pas les Anthropoïdes.

Variétés. — Valenti a trouvé les branches sylviennes antérieures sous forme d'Y 25 fois sur 100; sous la forme d'un V, 71 fois, et en U, 60 fois. Une seule fois il a rencontré une sylvienne avec une seule branche antérieure, et deux fois il a vu les branches antérieures multiples et coupées. Giacomini, de son côté, a rencontré la communication : 1° de la branche antérieure et verticale de la scissure de Sylvius avec le sillon prérolandique, dans plus des deux tiers des cas (?) ; 2° de la branche oblique avec la scissure de Rolando (18 fois sur 168), ce qui serait le résultat de la persistance du *sillon transverse d'Eberstaller*, avec la post-rolandique (77 fois sur 168) ; avec le sillon interpariétal (13 fois sur 168) : avec le premier sillon temporal, tantôt au niveau de son extrémité, comme cela a lieu normalement chez certains singes (macaque, etc.), tantôt dans son parcours (31 fois sur 168) ; 3° des ramifications de la branche oblique dans les circonvolutions F^a et P^a. Dans le cerveau de la Vénus hottentote de Gratiolet, dans celui de la femme Boschimane de Marshall, la branche antérieure de la scissure de Sylvius était simple et sa branche postérieure s'étendait très loin en arrière en se recourbant fortement en haut, ce qui est à la fois un caractère fœtal et simiesque.

2. Scissure de Rolando. — Découverte par Vicq-d'Azyr, cette scissure, *scissure centrale* (R, fig. 101 et 102), a été appelée *sillon de Rolando* par Leuret, encore que Rolando n'ait décrit que les circonvolutions qui la bordent. Elle apparaît à la fin du 5e mois de la vie fœtale ; très reculée chez l'Homme, elle sépare les lobes frontal et pariétal à la surface externe de l'hémisphère. Elle commence en bas, vers le milieu de la scissure de Sylvius, dont elle reste toutefois isolée par un pont, le *pli de passage fronto-pariétal inférieur*, puis monte en arrière sous un angle de 65 à 70° pour se terminer sur le bord sagittal de l'hémisphère, un peu en arrière de sa partie moyenne. Avant de se terminer, elle décrit d'ordinaire un crochet qui se dirige en arrière, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle empiète sur la face interne de l'hémisphère. Habituellement, elle reste séparée du bord supérieur par un pli de passage superficiel, le *pli de passage fronto-pariétal supérieur*. Dans son trajet, cette scissure n'est pas rectiligne, mais présente une double inflexion de façon à présenter deux genoux superposés faisant saillie en avant. Son extrémité supérieure correspond à une ligne verticale, menée par le bourrelet du corps calleux, à 550/1000 du bord sagittal de l'hémisphère.

La situation et le degré d'obliquité de la scissure de Rolando peuvent être nettement appréciés par les chiffres suivants qui sont à peu près ceux qu'ont trouvés Ch. Ferré, Giacomini, Passet, Chiarugi, Cunningham et moi-même :

Distance de son extrémité supérieure à l'extrémité antérieure de l'hémisphère 112 millim.
— inférieure — — 72 »

D'où il résulte que le cerveau pré-rolandique occupe en haut les 53/100e de la longueur de l'hémisphère, et en bas les 43/100e.

Plus ou moins coudée, la scissure de Rolando mesure en moyenne 118 mill. de longueur chez l'Homme, et 113 chez la femme.

La scissure de Rolando, plus oblique chez le fœtus et le nouveau-né que chez l'adulte, se redresse plus tard. Tandis, en effet, que l'angle rolando-sagittal est de 52° en moyenne chez le nouveau-né, cet angle atteint 65° à 70° chez l'adulte. Ce redressement de la scissure, on l'a déjà deviné, est en relation de cause à effet avec le développement progressif du lobe frontal, et surtout avec le développement des deuxième et troisième circonvolutions frontales qui repoussent en arrière, à mesure qu'elles s'allongent et grandissent, le pied de la frontale ascendante et le sillon rolandique. Or, ce redressement de la scissure que l'on observe dans l'ontogénie de l'Homme, on le rencontre aussi, fait important, quand on étudie cette scissure dans la série des Primates. Alors que l'angle rolando-sagittal est de 62° chez le Macaque, il atteint 70° chez le Singe Papion et chez les Anthropoïdes (Orang, Chimpanzé).

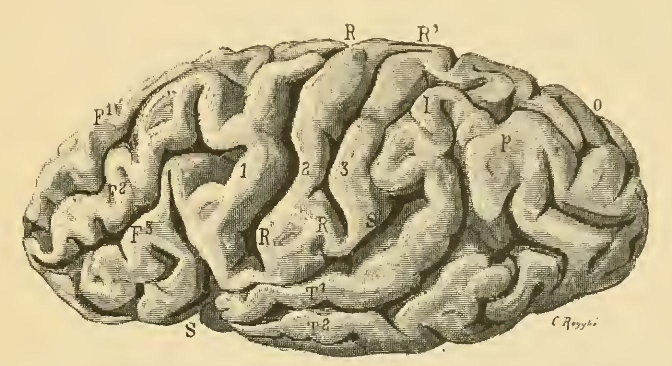


Fig. 103. — Duplicité de la scissure de Rolando. (Laboratoire d'anatomie).

S, S, scissure de Sylvius ; F^1, F^2, F^3, les circonvolutions frontales ; RR, premier sillon de Rolando ; R'R', deuxième sillon de Rolando ; 1, 2, 3, les 3 circonvolutions rolandiques ou centrales (au lieu de 2 comme à l'ordinaire) ; I, lobule du pli courbe ; P, pli courbe ; O, scissure occipitale.

Selon Marshall (obs. d'un cerveau de Boschimane) et Topinard (4 obs.), le sillon de Rolando serait plus oblique dans les races inférieures que chez l'Européen, opinion contraire à celle de Huschke.

Nous avons déjà fait pressentir que plusieurs opinions se sont produites au sujet du représentant de la scissure de Rolando chez les Mammifères inférieurs aux Primates. Les uns l'ont voulu retrouver dans le *sillon crucial* des Carnivores. Mais ce sillon n'étant pas constant dans ce groupe d'animaux, il n'y a pas lieu de s'arrêter à cette opinion. D'autres considèrent le *sillon présylvien* des Mammifères ordinaires comme l'homologue du sillon de Rolando du cerveau des Singes supérieurs et de l'Homme. Contre cette homologation on a également élevé quelques doutes sous le prétexte que la « zone motrice » ou « zone des grandes cellules pyramidales de Betz » est tout entière située en arrière du sillon présylvien des Carnassiers, alors qu'elle entoure, comme on le sait, le sillon de Rolando chez les Primates.

Variétés. — Giacomini a observé la bifurcation de la scissure de Rolando 3 fois à son extrémité supérieure et 4 fois à son extrémité inférieure sur 168 hémisphères. Dans certains cas, elle s'ouvre dans la scissure de Sylvius, parce que le pli de passage fronto-pariétal inférieur devient profond. Plusieurs fois, on l'a trouvée interrompue sur son parcours par un pli de passage fronto-pariétal moyen (Wagner, Féré, Giacomini, Heschl, Tenchini, Legge, Zernoff, Biachkoff). Une autre anomalie, la duplicité de la scissure, a également été observée (Giacomini, Valenti, Debierre) : Giacomini a noté cette disposition 1 fois sur 168 cerveaux, et moi-même 1 fois sur 200 cerveaux. Ce fait, il est vrai, a été contesté, sous le prétexte que l'on aurait pris le sillon post-rolandique plus complet et plus profond qu'à l'ordinaire pour une deuxième scissure de Rolando ; mais j'ai en ce moment devant moi un cerveau dans lequel le doute n'est pas possible, car il présente à la fois la scissure de Rolando et le sillon post-rolandique (Voy. fig. 103).

Giacomini a encore signalé l'interruption de la circonvolution frontale ascendante par communication de la scissure de Rolando avec le premier sillon frontal (47 fois sur 168 hémisphères) ou le prérolandique (17 fois sur 168 hémisphères), et l'interruption de la pariétale ascendante par communication de la scissure de Rolando avec le sillon post-rolandique (17 fois sur 168 hémisphères). J'ai vu l'absence de la scissure de Rolando (Fig. 104).

Dans cette anomalie on pourrait encore dire que le sillon de Rolando est interrompu par l'insertion de la 1re et de la 2me circonvolution frontale sur la pariétale ascendante, et dès lors la frontale ascendante n'existerait pas. Dans ce cerveau il y a de plus une coupure de T1.

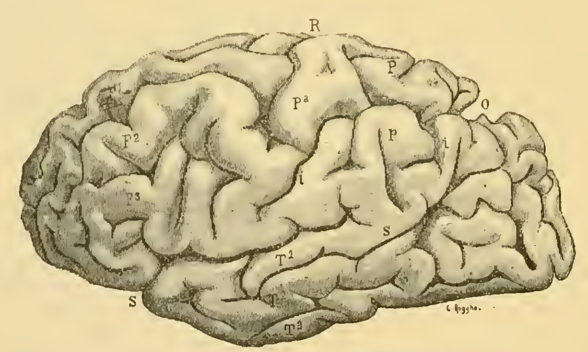


Fig. 104. — Absence de la scissure de Rolando (Laboratoire d'anatomie).

S, S, scissure de Sylvius ; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales ; Pa circonvolution pariétale ascendante ou ascendante innominée ; P, circonvolution pariétale supérieure ; p, pariétale inférieure ; O, scissure occipitale externe (le premier pli de passage de Gratiolet est profond) ; T^1, T^2, T^3, les 3 premières circonvolutions temporales ; S, sillon parallèle.

3. Scissure pariéto-occipitale externe. — La *scissure pariéto-occipitale, occipitale* ou *perpendiculaire externe* (O, fig. 101), découverte par Gratiolet, est réduite chez l'homme à une encoche marquée sur le bord supérieur de l'hémisphère, de telle sorte que chez nous toute démarcation apparente entre les lobes pariétal et occipital cesse à la face externe de l'hémisphère. Mais appelons à notre aide l'anatomie comparée, et celle-ci nous montrera chez les Singes inférieurs (Pithéciens) une scissure occipitale externe nette et bien délimitée, au fond de laquelle courent deux plis de passage profonds

pariéto-occipitaux. Que ces plis deviennent à la fois épais, superficiels et flexueux, et la scissure sera masquée au point que l'œil ne saura plus la découvrir. Or, c'est précisément ce qui est arrivé dans le cerveau de l'homme, aux circonvolutions exubérantes, et à cause même de ces exubérantes circonvolutions, sauf dans quelques cerveaux exceptionnels où, ces plis redevenus peu développés et profonds, la scissure occipito-pariétale externe reprend sa netteté simienne.

Par suite de l'ouverture de la scissure occipitale chez les Pithéciens, le lobe occipital à sa partie supérieure la surplombe en une saillie, *opercule occipitale* ou *de Gratiolet*, dont l'accentuation constitue un caractère d'infériorité, que l'on a pu observer chez certains sujets de l'espèce humaine.

Variétés. — Giacomini a rencontré : 1°, 92 fois sur 168 hémisphères le pli de passage supérieur profond, d'où la communication de la scissure avec le sillon interpariétal et la présence d'un opercule; 2° Il a vu ce pli double; 3° Il a observé le deuxième pli de passage profond dans 20 hémisphères sur 366, d'où la communication de la scissure avec le sillon parallèle (ST_1). Les deux plis de passage sont généralement profonds chez les Microcéphales. Ce cas était type chez Manolino étudié par Giacomini. Mais les hommes les mieux doués peuvent présenter ces particularités.

4. Scissure pariéto-occipitale interne. — La *scissure occipitale* ou *perpendiculaire interne* (qui n'est pas perpendiculaire chez l'homme, mais oblique) est une scissure profonde, ininterrompue, qui coupe la face interne de l'hémisphère en se portant obliquement en bas et en avant et sépare le lobe pariétal du lobe occipital à la face interne de l'hémisphère. — Elle a été découverte par Malacarne en 1780, et bien décrite par Burdach en 1822.

Variétés. — Giacomini a vu cette scissure communiquer avec la scissure de l'hippocampe 67 fois sur 168 cerveaux ; il l'a vue envoyer des branches dans le lobule quadrilatère (2 fois), le cunéus (11 fois); il a noté qu'elle était interrompue par un pli de passage supérieur et interne, 4 fois sur 168, et par un pli inférieur et interne 1 fois sur 168, comme cela a lieu chez le Cynocéphale, et par suite de la saillie de plis ordinairement profonds et cachés (cas ordinaire qui donne lieu aux interruptions, les communications, au contraire, résultant de circonvolutions ordinairement superficielles qui deviennent accidentellement profondes).

Les scissures occipito-pariétales interne et externe peuvent être considérées comme une seule et même scissure annulaire, dont les deux branches sont respectivement situées à la face externe et à la face interne de l'hémisphère, isolant ainsi le lobe occipital du reste du cerveau.

5. Scissure sous-frontale. — La *scissure sous-frontale*, le *sillon calloso-marginal* d'Huxley et des classiques, siège sur la face interne de l'hémisphère. Elle commence un peu en avant du bec du corps calleux et, après un court trajet d'arrière en avant, elle contourne le genou du corps calleux pour se porter en arrière. Arrivée vers le tiers postérieur du cerveau, elle se relève en décrivant une courbe pour finir sur le bord de l'hémisphère où elle s'imprime sous la forme d'une encoche, visible sur la face externe en arrière de l'extrémité supérieure du sillon de Rolando, duquel elle reste

séparée par le pli de passage fronto-pariétal supérieur. Cette scissure sépare le lobe frontal à la face interne de l'hémisphère du lobe du corps calleux ou limbique et se trouve interrompue d'ordinaire par un ou deux plis de passage fronto-limbiques. Elle représente chez les Primates l'arc supérieur de la scissure limbique des autres Mammifères.

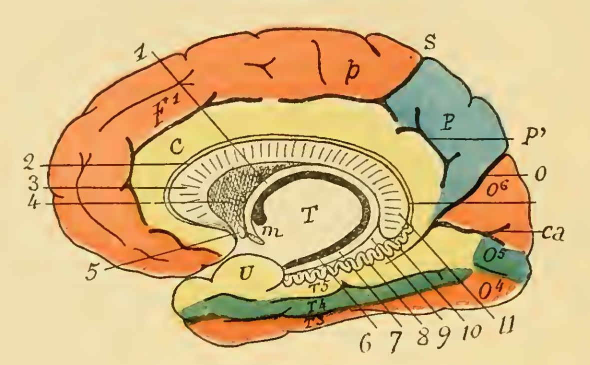


Fig. 105. — Face latérale interne de l'hémisphère droit du cerveau.

S, scissure sous-frontale ; p', scissure sous-pariétale ; O, scissure occipitale interne, Ca, scissure calcarine ; C, circonvolution du corps calleux ; p, lobule ovalaire ; P, précunéus ; F^1, circonvolution frontale interne ; O^6, sixième occipitale (cunéus) ; O^5, cinquième occipitale ; O^4, quatrième occipitale ; T^5, cinquième temporale (circonvolution de l'hippocampe) ; T^4, quatrième temporale ; T^3, troisième temporale ; U, crochet (uncus) de l'hippocampe ; T, couche optique ; m, trou de Monro ; 1, trigone cérébral ; 2, tœnia du corps calleux ; 3, genou du corps calleux ; 4, septum lucidum ; 5, commissure blanche antérieure ; 6, scissure choroïdienne (fente de Bichat) ; 7, pilier postérieur du trigone (corps bordant) ; 8, corps godronné ; 9, triangle sous-calleux ; 10, fascia cinerea ; 11, splénium ou bourrelet du corps calleux.

Variétés. — La scissure sous-frontale est interrompue par un pli 24 à 28 fois °/₀ d'après les recherches de Giacomini et Zernoff, et par 2 plis 4 fois sur 100. — Elle communique assez souvent avec la sous-pariétale, et dans ces circonstances le lobe pariétal interne paraît mal autonomisé. Cette communication se fait par un petit sillon assez peu profond, cela 26 fois °/₀ d'après Giacomini, et 37 fois °/₀ selon Zernoff.

6. Scissure sous-pariétale. — Cette scissure (P', fig. 105), réduite à une petite anfractuosité horizontale, se voit à la face interne de l'hémisphère et sépare le lobe limbique du lobe pariétal dans sa portion que l'on appelle le lobule quadrilatère.

Mais chez les Mammifères inférieurs, cette scissure est très nette et beaucoup plus considérable ; sans le secours de l'anatomie comparée, on méconnaîtrait donc l'importance morphologique de cette scissure en apparence insignifiante. Ceci tient à ce que chez l'homme le lobe pariétal a perdu beaucoup de son importance ; il se fusionne en avant et en arrière avec le lobe limbique par deux plis de passage pariéto-limbiques antérieur et postérieur.

Pendant que la scissure sous-frontale des Primates grandit et se développe, comme le lobe frontal dont elle est solidaire, la scissure sous-pariétale prédominante comme le lobe pariétal des Mammifères inférieurs, régresse et devient de plus en plus restreinte. Les scissures sous-frontale et sous-pariétale de l'Homme représentent l'arc supérieur de la grande scissure limbique des Mammifères inférieurs, d'où l'on conçoit que ces deux scissures soient tantôt continues (Cheval, Tapir, Eléphant), tantôt isolées (Pachydermes, Ruminants, Carnassiers, Primates).

On a considéré l'encoche de la scissure sous-fronto-pariétale comme représentant dans le cerveau des Primates, le sillon-crucial des Mammifères ordinaires. Dans certains cas, 1 fois sur 188 cerveaux dans les observations de Giacomini, la sous-pariétale communique avec l'occipitale interne.

7. Scissure calcarine. — Cette scissure, *scissure du petit hippocampe* (Ca, fig. 105), baptisée par erreur, par Gratiolet, du nom de *scissure des hippocampes*, est une scissure horizontale, légèrement arquée, qui court entre les lobes limbique et pariétal en haut, et les lobes temporal et occipital en bas. Cette scissure s'enfonce dans la cavité de la corne occipitale du ventricule latéral et y donne naissance à cette saillie appelée petit hippocampe, ergot de Morand ou *calcar avis*, d'où son nom de scissure calcarine. Sur elle vient se jeter vers sa partie moyenne la scissure perpendiculaire interne et de la sorte est constituée ce que l'on a appelé vicieusement la scissure en Y (O + Ca, fig. 105).

La scissure calcarine est séparée de la fente de Bichat par un pli de passage, pli de passage temporo-limbique, qui résulte de l'union de la circonvolution du corps calleux (lobe limbique) avec la circonvolution de l'hippocampe en arrière du bourrelet du corps calleux (Voy. fig. 105). Ce pli est si mince chez quelques Cébiens et les Pithéciens que Gratiolet l'a méconnue et a cru que la scissure calcarine traversait la fente de Bichat pour se continuer avec la rainure du grand hippocampe, d'où le nom de scissure des hippocampes qu'il lui avait donné.

Tous les anatomistes n'accordent pas à la scissure calcarine la valeur d'une scissure. Les classiques ne la considèrent point comme telle, et Giacomini s'est élevé contre cette assimilation, sous le prétexte que la scissure calcarine n'isole pas un lobe d'un autre, mais qu'elle est située dans l'épaisseur du lobe occipital, et aussi parce qu'elle peut exister alors que le petit hippoçampe fait défaut (cerveaux normaux du reste), ou qu'à la fois manquent et la cavité ancyroïde et le petit hippocampe (5 cerveaux de Microcéphales). Mais je répondrai à ces objections en disant que la scissure calcarine est bien une scissure primaire, une véritable scissure, de par l'embryologie et l'anatomie comparée. Elle isole du lobe occipital le cunéus qui, n'était sa petitesse, mériterait d'être élevé au rang des lobes. En effet, cette scissure est constante dans les Mammifères, encore que ceux-ci, à part les Hominiens et les Anthropoïdes, n'aient point d'ergot de Morand. Broca lui avait donné, dans ces espèces, le nom de *sillon calcarin*. Nous verrons, d'autre part, que l'Embryogénie nous oblige à en faire une scissure primaire.

Variétés. — La séparation de la scissure calcarine de la scissure occipitale a été observée 1 fois sur 100 sujets ordinaires, 1 fois sur 12 nègres et 7 fois sur 112 criminels.

Par les scissures se trouvent ainsi délimités les *cinq* grands lobes du cerveau : le lobe frontal, en avant des scissures de Sylvius et de Rolando; le lobe pariétal, entre la scissure de Rolando et la scissure occipitale; le

lobe temporal, au-dessous de la scissure de Sylvius; le lobe occipital, en arrière de la scissure du même nom; — le lobe limbique, situé entre le corps calleux et la circonvolution frontale interne. — Nous connaissons les frontières de ces lobes, voyons maintenant la constitution de chacun d'eux.

Avant de commencer l'étude des lobes et de leur circonvolution, je dois définir quelques-uns des termes de la nomenclature que j'emploierai.

On peut diviser les hémisphères du cerveau en deux parties : une périphérique, enveloppante, à laquelle nous donnerons le nom de *manteau de l'hémisphère*, et une centrale, enveloppée, le *corps de l'hémisphère*. D'autre part, on a justement comparé l'hémisphère à une sorte de bourse plissée dont l'ouverture représenterait le hile de l'hémisphère. A ce hile, situé sur la face interne de l'hémisphère, on donne aussi le nom de *seuil*, et au bord du manteau qui entoure et borde le seuil, on réserve le nom de *limbe* de l'hémisphère.

Enfin, je décrirai les circonvolutions du cerveau, non pas d'après un cerveau quelconque ou la moyenne d'un certain nombre de cerveaux, mais d'après un type en quelque sorte idéal qui rappelle seulement le cerveau fondamental. De la sorte seront élagués les détails accessoires, et toutes les variétés pourront venir se grouper autour de ce type qui représente une sorte de cerveau schématique.

Lobe frontal. — Le lobe frontal occupe à lui seul près de la moitié antérieure du cerveau. Il apparaît sur les trois faces, externe, interne et inférieure de l'hémisphère et occupe la face externe jusqu'aux scissures de Rolando et de Sylvius, la face interne dans la partie qui s'étend au-dessus de la scissure sous-frontale.

A la face inférieure, il porte le nom de lobe orbitaire et se prolonge jusqu'à la vallée de Sylvius. Ce lobe comprend 4 circonvolutions et 5 sillons. De ces circonvolutions, une est transversale et borde en avant la scissure de Rolando, c'est la frontale ascendante; 3 sont longitudinales et se continuent par leur pied avec la première, ce sont les frontales longitudinales.

Légèrement déprimé à sa face orbitaire chez l'Homme, le lobe frontal se creuse davantage chez le Singe, au point que son extrémité prend la forme connue sous le nom de *bec ethmoïdal.*

A). *Circonvolution frontale ascendante* ou *frontale transverse.* — La *circonvolution frontale ascendante* ou *prérolandique, centrale antérieure, 4e frontale,* (F^a fig.106) borde le sillon de Rolando en avant; elle communique en haut et en bas avec la circonvolution pariétale ascendante par deux plis de passage que nous avons déjà mentionnés, *plis de passage fronto-pariétaux inférieur et supérieur*, et, parvenue à la face interne de l'hémisphère, elle constitue la majeure partie d'un lobule que l'on appelle le *lobule paracentral, lobule quadrilatère, lobule ovalaire* (p, fig. 105), lui-même nettement limité en avant par une incisure dite *incisure pré-ovalaire* et appartenant à la scissure sous-frontale. En avant, elle est limitée par un sillon plus ou moins accusé, *sillon prérolandique, sulcus præcentralis* (8, fig.100), qui s'étend parallèlement au sillon de Rolando du pied de la 1re à la 3e frontale longitudinale, et que l'on pourrait confondre avec la scissure

centrale. Mais l'absence de circonvolution transverse en avant de ce sillon et son interruption par un ou deux plis de passage le feront toujours facilement distinguer de la scissure centrale ou rolandique.

La circonvolution frontale ascendante est fixe chez les Primates et se développe de bonne heure chez l'homme.

B) Circonvolutions frontales longitudinales. — Du bord antérieur de la frontale ascendante partent trois circonvolutions à peu près horizontales, appelées de haut en bas première ou supérieure, deuxième ou moyenne et troisième ou inférieure. Leur insertion à la frontale ascendante porte le nom de *pied*.

La *première frontale* ou *frontale supérieure* (F^1) est la plus longue et la plus large des frontales (F^1, fig. 106).

Elle forme le bord sagittal, et appartient à la fois aux faces externe, interne et inférieure du lobe frontal. Insérée sur la frontale ascendante, elle se porte d'arrière en avant en longeant le bord supérieur, jusqu'à la pointe de l'hémisphère ; là elle contourne cette pointe en se rétrécissant, parvient sur la face orbitaire du lobe et se continue avec le *gyrus rectus* ou *première circonvolution orbitaire* qui borde en dedans le sillon olfactif, (F^1, fig. 108).

Cette grande circonvolution, dont le pied naît parfois par deux racines, est ordinairement subdivisée dans les races blanches, et quelquefois dans toute sa longueur, par une incisure antéro-postérieure. Lorsque cette incisure est longue et profonde, la circonvolution paraît comme dédoublée, et l'on a sous les yeux le type exceptionel (variété) de quatre frontales longitudinales.

Dans les races inférieures, chez les imbéciles et les idiots, elle est le plus souvent simple. A la face interne de l'hémisphère, elle surmonte la scissure sous-frontale et constitue ce que l'on a appelé la *circonvolution frontale interne supérieure* (F^1, fig. 105).

Ses limites inférieures sont formées par le *premier sillon frontal* (SF^1), ordinairement indépendant, mais quelquefois abouché dans le sillon prérolandique (Voy. fig. 106). Mais il faut retenir que la première frontale est toujours unie avec le lobe limbique et avec la deuxième frontale par des plis d'anastomose superficiels et profonds qui traversent le sillon qui le sépare de ces parties.

La deuxième frontale ou frontale moyenne (F^2), insérée sur la frontale ascendante par un pied, tantôt unique, tantôt plus ou moins nettement double, qui coupe en deux le sillon prérolandique, est généralement plus large que la première (F^2, fig. 106), qu'elle longe et avec laquelle elle se refléchit sur la face inférieure du lobe frontal pour s'y terminer vers l'espace perforé latéral en constituant à peu près tout ce que l'on appelle le lobule orbitaire (F^2, fig. 108). La partie de cette circonvolution qui court sur la face externe de l'hémisphère est taillée de plusieurs incisures, assez souvent dédoublée en partie ou en totalité en deux plis parallèles.

Ce dédoublement de la frontale moyenne conduit, dès lors, à ce que l'on a appelé le lobe frontal à quatre étages ; autrement dit, il existe quatre circonvolutions frontales lon-

gitudinales. Certains auteurs, Benedikt, Hanot, Bouchard (de Bordeaux), ont voulu voir dans ce type à quatre frontales l'un des caractères du cerveau des criminels, et d'autres, en plus, un retour vers la forme du cerveau des Carnassiers. Mais, on peut dire avec Richter, Giacomini, etc., que ce caractère est sans valeur et que le type à quatre frontales existe sur un grand nombre de cerveaux normaux, et que, d'autre part, s'il a un caractère réversif, ce ne peut être vers les Carnassiers — ce qui serait contredit par la morphologie du plissement de l'écorce cérébrale dans la série des Mammifères — mais bien vers le type simien inférieur, dans lequel la deuxième frontale est normalement constituée par deux circonvolutions séparées (Hervé).

La seconde frontale est séparée des frontales supérieure et inférieure par le *sillon frontal supérieur* (SF^1) et le *sillon frontal inférieur* (SF^2). Ce dernier s'étend du sillon prérolandique dans lequel il se jette perpendiculairement à la pointe du lobe frontal ; il est toujours coupé par un ou deux plis d'anastomose (Voy. fig. 106).

Au niveau du lobule orbitaire, c'est-à-dire dans son trajet à la face inférieure du lobe frontal, la circonvolution est séparée en dedans de la 1re frontale par la continuation à la face inférieure du cerveau du sillon frontal supérieur qui porte ici le nom de *sillon orbitaire interne* ou *olfactif*, parce qu'il loge la bandelette olfactive (S, fig. 108) ; en dehors elle est séparée de la 3e frontale par la continuation du sillon frontal inférieur que l'on appelle à ce niveau *sillon orbitaire externe* (Voy. fig. 108). Entre ces deux sillons orbitaires, la masse quadrilatère de la 2e frontale est entaillée par une incisure isolée complexe que l'on a appelée *incisure en H* (F^2, fig. 108), à cause de sa forme la plus fréquente (60 0/0). Cette incisure, d'apparition précoce chez l'Homme, est fixe chez les Primates, chez lesquels la branche transversale de l'H, limite le centre olfactif antérieur ou orbitaire (Broca). Toutefois cette incisure est fréquemment déformée, et présente plusieurs variétés que l'on a appelées d'après leur disposition *incisure en K*, *incisure en X*, incisure étoilée, etc.

Le sillon orbito-frontal ou orbitaire externe a été regardé à tort par Benedikt comme l'homologue du présylvien des animaux, sous le prétexte que les grandes cellules pyramidales de Betz qui entourent la scissure de Rolando (zone motrice) sont groupées derrière le sillon présylvien (zone du gyrus sigmoïde).

La *troisième frontale*, *frontale inférieure* ou *circonvolution de Broca* (F^3), porte le nom de Broca parce que Broca y a découvert le siège du langage articulé. On peut ajouter que, d'après les recherches de cet éminent anatomiste, ce rôle serait dévolu 13 fois sur 14 à la circonvolution du côté gauche, une fois à celle du côté droit, proportion curieuse si l'on se rappelle que c'est à peu près celle des droitiers et des gauchers dans la race blanche.

Etudiée d'une façon spéciale, depuis Broca, par Rudinger et Hervé, la 3e circonvolution frontale est limitée en haut par le sillon frontal inférieur déjà décrit, et en bas par la scissure de Sylvius.

A ce niveau, celle-ci émet ses deux branches antérieures, l'une horizontale, l'autre ascendante. Insérée sur le pied de la frontale ascendante, et parfois par un pli séparé au pli de passage fronto-pariétal inférieur, cette circonvolution, fortement infléchie et comme tassée sur elle-même, (9, fig. 100, et F_3, fig. 106) se

porte en avant en décrivant deux anses ou méandres successifs autour des deux branches antérieures de la scissure de Sylvius, et en formant au-dessus de l'insula de Reil une partie de l'*opercule de Burdach*.

Les deux méandres embrassant les deux branches antérieures de la sylvienne ont assez justement fait comparer sa forme à celle d'un M majuscule, qui serait placé à cheval sur les deux branches sylviennes antérieures. On peut donc lui décrire trois portions ; celle qui se trouve située en arrière de la branche ascendante, c'est-à-dire entre celle-ci et le sillon précentral ou prérolandique, porte le nom de *pli operculaire*, *pied de la circonvolution de Broca* et siège du langage articulé (Po, fig. 106); celle qui se trouve en avant du sillon ascendant, autrement dit entre les deux branches antérieures s'appelle *pli triangulaire* ou *cap* (Pt, fig. 106); enfin à la portion placée en avant de la branche horizontale de la sylvienne est réservé le nom de *pli orbitaire* ou *sourcilier* (Por, fig. 106).

La 3e frontale n'apparaît à la face inférieure du lobe frontal que sur les confins de la partie externe du lobule orbitaire qu'elle contribue à former (F_3, fig. 108). Là elle est bordée en dedans par le sillon orbitaire externe et en dessous elle confine à la dernière circonvolution temporale avec laquelle elle est unie par le *repli ou bord falciforme* qui limite la vallée de la scissure de Sylvius. Cette circonvolution est toujours unie à la 2e frontale par quelques anastomoses, trois dans le plus grand nombre des cas, plus rarement quatre. — Il n'est pas très rare non plus de rencontrer deux caps, surtout à gauche, ce qui suppose trois branches sylviennes antérieures. — En résumé, après avoir contourné la pointe de l'hémisphère, les trois circonvolutions frontales longitudinales se réunissent en convergeant vers un centre commun, qu'Hervé a appelé *pôle frontal*, situé en avant de l'espace perforé latéral, — au point appelé par Broca le carrefour de l'hémisphère.

Si donc, l'on peut dire avec Féré que les trois frontales s'anastomosent largement à la pointe du lobe frontal, on ne saurait soutenir avec Pansch que la 3e frontale se perd dans la 2e au niveau de la pointe du lobe.

La circonvolution de Broca présente des variations que nous résumons d'après G. Hervé.

1° Le type cérébral primitif des Primates est un type à *deux* étages frontaux.

2° La circonvolution de Broca n'apparaît qu'avec les Anthropoïdes, en même temps que la branche horizontale antérieure de la scissure de Sylvius, — et se forme par dédoublement de la 2e frontale primitive — d'où la 3e frontale constitue dès lors chez les Primates supérieurs une 4e frontale.

3° Le développement de la 3e circonvolution chez le fœtus reproduit le développement dans la série et n'acquiert que progressivement sa complexité.

4° Presque toujours chez les microcéphales, les imbéciles, les idiots, les sourds-muets, souvent dans les races humaines inférieures, cette circonvolution est rudimentaire ou arrêtée dans son développement, ce qui constitue un caractère réversif.

5° Chez les intellectuels, au contraire, sa complexité morphologique semble marcher de pair avec le degré même de la puissance de la faculté du langage articulé (Rüdinger, Hervé). Elle était très développée dans le cerveau de Gambetta. Mais il est juste de remarquer avec Féré que la coïncidence d'une troisième frontale très compliquée, en W par exemple, avec des talents oratoires très développés, n'a pas la valeur qu'on lui a attribuée, au point de vue de la localisation de Broca, car l'exagération de la fonction

d'articulation des mots est évidemment insuffisante pour caractériser l'orateur. En effet, avant un appareil phonateur admirablement réglé, il faut des images à l'orateur, sinon ses lèvres, sa langue et son larynx auraient en vain une haute puissance de coordination des mouvements pour l'articulation des sons.

Variétés des circonvolutions du lobe frontal. — Le sillon frontal supérieur (SF^1, est interrompu en son milieu par un, deux ou trois plis d'anastomose entre F^1 et F^2) 173 fois sur 336 hémisphères, dans les observations de GIACOMINI.

Le sillon frontal inférieur (SF^2) est traversé par un pli d'anastomose antérieur entre F^2 et F^3, 51 fois sur 160, et par un pli postérieur 22 fois sur 160 (GIACOMINI). Les deux sillons frontaux sont réunis par un sillon transversal 180 fois sur 598 hémisphères d'après les observations réunies de GIACOMINI, CHIARUGI, VALENTI et celles de mon élève VANHERSECKE (1). Le sillon frontal supérieur est séparé du prérolandique 10 fois sur 160 hémisphères (VALENTI). Les trois circonvolutions frontales peuvent naître par des racines profondes, d'autres fois par des racines doubles. F^1 a une racine profonde 14 fois sur 158, et une double racine 76 fois sur 158; — F^2 a une racine profonde 38 fois sur 158, et une double racine 31 fois sur 158; — F^3 a une racine profonde 42 fois sur 158, et une double racine 3 fois sur 116 (VANHERSECKE). — F^1 est coupé par un sillon transversal 5 fois sur 42 (CHIARUGI), — F^2 par un sillon analogue 80 fois sur 160 (GIACOMINI), et F^3 est entamé par un sillon semblable 29 fois sur 42 (CHIARUGI). Les étages frontaux peuvent être réduits ou augmentés. Il n'y a que deux étages 6 fois sur 560 hémisphères (GIACOMINI, VALENTI) par suite de la fusion de F^2 et F^3 ; il y a quatre étages incomplets par division longitudinale : *a*) de F^1, 9 fois sur 168 cerveaux, *b*) de F^2. 7 fois ur 336 hémisphères, et quatre étages complets, c'est-à-dire quatre circonvolutions frontales avec autant de racines spéciales, 18 fois sur 558 hémisphères (GIACOMINI, CHIARUGI, VANHERSECKE). On sait que le lobe frontal à 4 étages a été considéré comme l'un des caractères du cerveau des criminels, mais sans beaucoup de raison. GIACOMINI a rencontré le lobe frontal à quatre circonvolutions longitudinales 4 fois sur 54 criminels (une seule fois quatre étages complets), BENEDIKT 27 fois sur 87 et HANOT 4 fois sur 11 cerveaux de criminels.

Le sillon frontal inférieur peut manquer 2 fois sur 160, ce qui est un caractère simien ; le sillon prérolandique forme un véritable sillon précentral 95 fois sur 558 hémisphères. La continuité du sillon orbito-frontal (orbitaire externe de BENEDIKT), a lieu de 18 à 20 fois sur 100 (GIACOMINI, ZERNOFF, CHIARUGI), et plus (VANHERSECKE). — F^3 porte une incisure en Y (branche antérieure de la sylvienne) 25 fois sur 160, en V 71 fois, en U 60 fois, très compliquée 2 fois sur 160, et une seule incisure (br. antérieure de la sylvienne simple) également 2 fois.

Le lobe frontal peut présenter des caractères simiens. De cet ordre sort la simplicité de F^1 (comme chez la Vénus hottentote de CUVIER, l'idiot de GRATIOLET et celui de GIACOMINI) et la simplicité de F^3 par suite de l'unicité de la branche antérieure de la sylvienne; l'existence du *sillon d'Eberstaller*, et la présence du *bec ethmoïdal* comme on l'a plusieurs fois observé sur les pauvres d'esprit. Il peut, au contraire, montrer des caractères à tendance élevée, comme l'unicité des racines de F^1 et F^2, l'existence d'un sillon transversal dans F^2 un sillon précental unique, la complexité de toutes les circonvolutions frontales.

Le lobe orbitaire présente une incisure en K 29 fois sur 116, en H 69 fois sur 116, en X ou étoilé 14 fois sur 116.

Pour terminer je dois dire que l'examen des circonvolutions frontales à la suite d'anciennes amputations des membres ou d'ectromélie ne m'a fourni que des résultats négatifs, ce qui ne fait que confirmer du reste les observations antérieures de CHARCOT, FÉRÉ et MAVOR, GIACOMINI.

LOBE PARIÉTAL.— Le lobe pariétal circonscrit par les scissures de Rolando, de Sylvius, sous-pariétale et occipitale, par conséquent visible à la fois à la face

(1) VANHERSECKE, *La morphologie des circonvolutions cérébrales* (Thèse de Lille, 1891).

externe et à la face interne de l'hémisphère, comprend trois circonvolutions : une ascendante appelée *pariétale ascendante* ou *post-rolandique* (Pa), et deux longitudinales connues sous les noms de *première circonvolution pariétale* (P¹) ou *pariétale supérieure* (lobule pariétal supérieur), et de *deuxième circonvolution pariétale* (P²) ou *pariétale inférieure* (lobule pariétal inférieur).

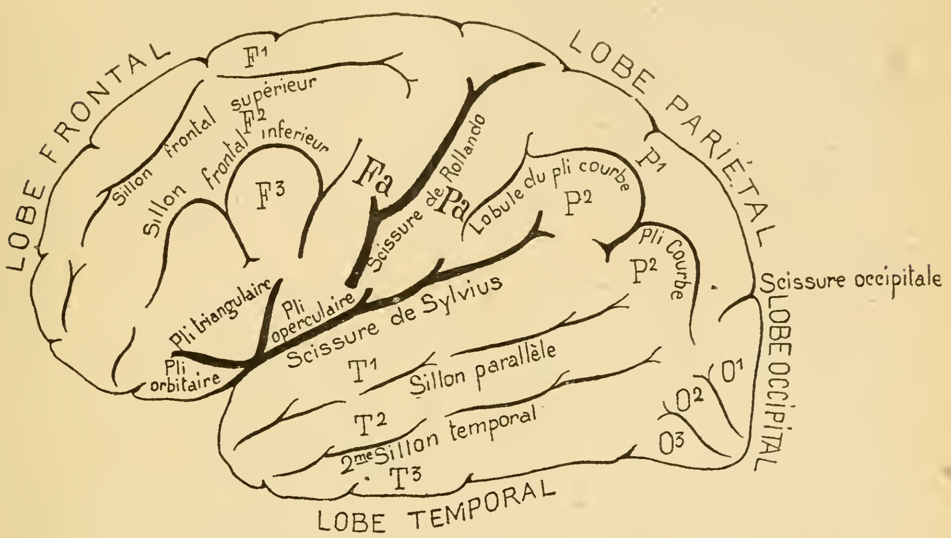


Fig. 106. — Face externe de l'hémisphère gauche du cerveau.

La *pariétale ascendante* ou *post-rolandique* borde en arrière la scissure de Rolando, (Pa, fig. 106). Son extrémité supérieure est unie à celle de la frontale ascendante par un pli de passage qui ferme en haut le sillon de Rolando, et pareillement son extrémité inférieure est unie à l'extrémité similaire de la frontale ascendante par un autre pli de passage qui ferme le sillon en bas. De telle sorte qu'on pourrait dire que les deux circonvolutions rolandiques ou centrales forment une sorte d'anneau très allongé ou de boutonnière dont l'ouverture serait représentée par la scissure de Rolando. Le pied de cette circonvolution contribue à la fois à border la scissure de Sylvius et à la constitution de l'opercule de Burdach qui cache et voile l'insula. Il y a parallélisme exact entre les deux circonvolutions rolandiques, et, comme à la frontale ascendante, on peut décrire trois portions à la pariétale ascendante : une supérieure, convexe en avant, et répondant au genou supérieur de la scissure ; une moyenne-concave en avant, où s'enfonce le pied de la 2e frontale ; une inférieure, convexe en avant et répondant au genou inférieur de la scissure. En arrière, la pariétale ascendante est limitée par le sillon post-rolandique. A la face interne de l'hémisphère, elle contribue pour une petite part à former le *lobule paracentral* que contourne la scissure sous-frontale et que partage une petite

incisure centrale (p, fig. 105). Mais ce lobule, il faut le retenir, est presque ntièrement formé par la tête de la frontale ascendante.

La *pariétale supérieure* (P¹, fig. 106), fait en arrière de la scissure de Rolando le pendant à la frontale supérieure. Comme cette dernière, elle s'insère par son pied sur la pariétale ascendante ; comme elle, elle longe le bord sagittal et empiète sur ses deux faces. A la face interne, elle forme un amas mamelonné de plis : le *lobule quadrilatère, præcuneus.* (P, fig. 105), limité en avant par la scissure sous-frontale (SSF), en arrière par la scissure occipitale (O). En bas, ce lobule est séparé du lobe limbique par la scissure sous-pariétale (SSP), et communique avec ce lobe par les deux plis de passage pariéto-limbiques (Voy. fig. 105). A la face externe de l'hémisphère, elle a une forme générale triangulaire, et se termine en arrière par une queue qui traverse la partie supérieure de la scissure occipitale externe et vient s'unir à la 1re circonvolution occipitale par le premier *pli de passage occipito-pariétal*, qui vient interrompre et masque la scissure.

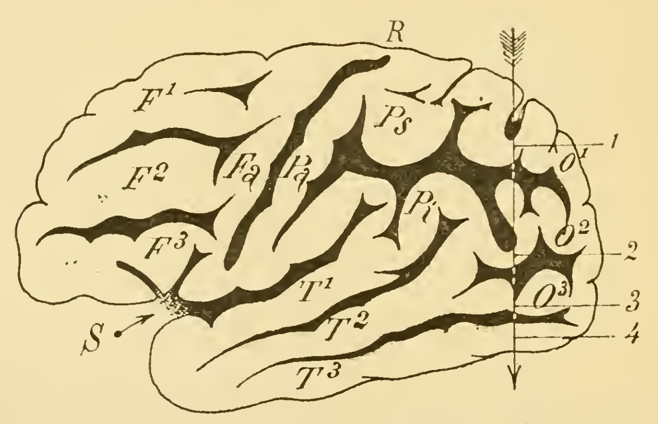


Fig. 107. — Face externe du cerveau de l'Homme. — Plis de passage.

S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales ; Fa, la frontale ascendante ; Pa, la pariétale ascendante ; Ps, circonvolution pariétale supérieure ; Pi, circonvolution pariétale inférieure ; T^1, T^2, T^3, les 3 premières circonvolutions temporales ; O^1, O^2, O^3, les 3 premières circonvolutions occipitales ; 1, premier pli, et 2, deuxième pli de passage pariéto-occipital (plis de Gratiolet) ; 3, premier pli, et 4, deuxième pli de passage temporo-occipital. La flèche indique la direction de la scissure occipitale externe.

La *pariétale inférieure* naît par un pied, parfois deux de la pariétale ascendante ; de là, elle remonte un peu le long de la pariétale ascendante et contourne la fin de la branche postérieure ou oblique de la scissure de Sylvius, où elle forme ce que l'on appelle le *lobule du pli courbe, gyrus marginalis* (P_2, fig. 106), et là s'anastomose par son bord inférieur avec l'extrémité postérieure de la temporale supérieure à l'aide d'un pli, 1er *pli de passage pariéto-temporal* (Voy. fig. 107). Puis, elle continue son chemin

en arrière en décrivant un long méandre tourmenté qui se met à cheval sur la queue du premier sillon temporal, la scissure parallèle des classiques, et forme là ce que l'on connaît sous le nom de *pli courbe*, *gyrus angularis* (P^2, fig. 102 et 106). Par son extrémité postérieure, le pli courbe se continue à la fois avec la 2e temporale, *deuxième pli de passage pariéto-temporal* (Voy. fig. 102 et 107), et avec la 2e occipitale, *deuxième pli de passage pariéto-occipital* (Voy. fig. 102 et 107) de Gratiolet, pli superficiel qui masque aussi la scissure occipitale. Ces deux circonvolutions représentent les deux groupes circonvolutionnaires pariétaux des carnassiers ; la supérieure correspond au groupe sagittal, la seconde au groupe sylvien. Elles résultent donc de la fusion des 4 circonvolutions primitives des Mammifères ordinaires en deux lobules. Entre elles on voit un sillon de conformation diverse, le *sillon intra-pariétal* de Turner (II, fig. 101). Le plus généralement, il représente un sillon courbe à concavité inférieure qui commence en avant près du pied de la pariétale ascendante, monte entre cette circonvolution et le lobule du pli courbe en formant ce que l'on a appelé le sillon post-rolandique, puis s'infléchit et se porte en arrière entre le lobule pariétal supérieur et le lobule pariétal inférieur pour aller se jeter dans le lobe occipital en formant parfois un T avec ce qui représente la scissure perpendiculaire externe (Voy. fig. 102, 106 et 107). Fréquemment, dans la moitié des cas peut-être, il est interrompu en arrière par un ou même deux plis d'anastomose, *plis de passage transversaux* de Gromier, qui unissent les deux circonvolutions pariétales.

Il résulte de cette particularité que la partie initiale de la scissure peut être complètement interrompue par suite de l'existence d'un pli d'anastomose superficiel ; isolée du reste, cette partie du sillon interpariétal constitue un sillon parallèle à la scissure de Rolando, *sillon post-rolandique*, limité en arrière par une troisième circonvolution centrale (RR', fig. 103). De même, la partie postérieure de ce sillon, isolée aussi du reste dans certains cas, prend une forme en X ou en K ; c'est à ce sillon que Wilder a donné le nom de *fissure paroccipitale*.

Le sillon intrapariétal représente le sillon pariétal en V renversé des Singes inférieurs, et si, chez l'Homme, la circonvolution pariétale inférieure ne se réduit plus à une seule circonvolution arquée (pli courbe), comme chez ces derniers animaux, mais forme un véritable lobule représenté en bloc par deux anses, c'est parce que l'anse primitive, s'allongeant, a dû s'incurver davantage pour trouver place.

Variétés du lobe pariétal. — Le sillon interpariétal est interrompu par un pli d'anastomose 154 fois sur 526 hémisphères (Giacomini, Vanhersecke), par deux plis 17 fois sur 336 hémisphères (Giacomini). Le sillon post-rolandique est indépendant et complet de 15 à 22 fois pour 100; il communique avec l'interpariétal de 44 à 51 fois pour 100 et manque de 23 à 25 fois pour 100 (Giacomini, Zernoff, Vanhersecke). D'après les recherches de Cunningham, le sillon post-rolandique est : *a)* divisé en deux parties, séparées toutes deux du sillon interpariétal, 4 fois sur 62 hémisphères ; *b*) il est complet et séparé du sillon interpariétal 10 fois sur 62 ; *c*) il est complet et communique avec le sillon interpariétal 35 fois sur 62 ; *d)* le sillon interpariétal communique avec la branche inférieure du post-rolandique et la partie supérieure de ce dernier reste indépendante 10 fois sur 62 ; *e*) le sillon interpariétal, enfin, communique avec l'extrémité inférieure du rameau supérieur du post-rolandique, et le rameau inférieur du post-rolandique en reste séparé 2 fois sur 62.

D'autre part, le sillon interpariétal s'étend sans interruption jusque dans le lobe occipital 55 fois sur 180 hémisphères (Giacomini), communique avec la scissure de Sylvius 32 fois sur 158 hémisphères, et avec le sillon parallèle (ST¹), par suite d'un deuxième pli de passage profond, 110 fois sur 558 hémisphères (Giacomini, Chiarugi, Vanhersecke).

Très réduite chez les Cynocéphales, la circonvolution pariétale supérieure forme déjà chez l'Orang et le Chimpanzé un lobule presque aussi important que chez l'Homme. Un sillon longitudinal plus ou moins prononcé peut, dans certains cas, dédoubler les circonvolutions pariétales ($P^1 + P^2$) en quatre circonvolutions pariétales.

Lobe temporal.— Le lobe temporal de l'Homme et des Singes qui procède du groupe sylvien des Mammifères ordinaires, est placé au-dessous du lobe pariétal et séparé de lui par la scissure de Sylvius. Il apparaît sur les faces externe et inférieure de l'hémisphère et se prolonge vers le hile de ce dernier jusqu'à la

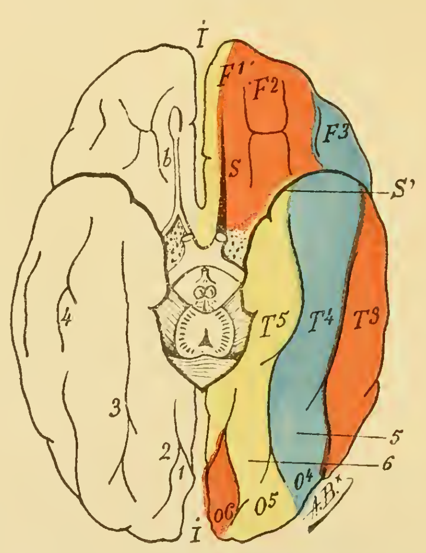


Fig. 108. — Face inférieure du cerveau.

I, I, grande fente interhémisphérique; S, sillon olfactif; b, nerf olfactif; S', scissure de Sylvius, F^1, F^2, F^3, circonvolutions frontales orbitaires; T^3, T^4, T^5, troisième, quatrième et cinquième circonvolution temporale; 1, scissure en Y; 2, 3, 4, sillons temporo-occipitaux; 5, lobule fusiforme; 6, lobule lingual; O^4, O^5, O^6, troisième, quatrième et cinquième circonvolution occipitale.

fente de Bichat. En arrière, ses limites sont peu précises, car ses circonvolutions s'unissent directement ou par des plis de passage avec les circonvolutions des lobes voisins, mais son origine même doit le faire séparer de ces lobes. Il est formé de cinq circonvolutions longitudinales qui sont séparées par quatre sillons et qui partent toutes d'un centre commun indivis situé à la pointe du lobe, appelé par Broca *pôle temporal.*

La *première temporale* (T^1), assez étroite, peu flexueuse, longe la scissure de Sylvius dont elle forme la lèvre inférieure (T^1, fig. 101 102, 104) et s'unit à la pariétale inférieure par un pli de passage que nous connaissons déjà (1er pli de passage pariéto-temporal).

La *deuxième temporale* (T^2) est parallèle à la première (T_2, fig. 102); en arrière elle se continue par deux plis de passage à la fois avec la circonvolution pariétale inférieure, *pli temporo pariétal* (ou 2e pli de passage pariéto-temporal), et avec la seconde circonvolution occipitale, *1er pli temporo-occipital.*

La *troisième temporale* (T^3) occupe le bord externe de l'hémisphère (T_3, fig. 101 et 102); en arrière, elle s'unit à la 2e et à la 4e temporales par des plis d'anastomose, et se jette, ou toute entière dans la 3e occipitale, 2e pli de passage temporo-occipital, ou mi-partie dans celle-ci et mi-partie dans le gyrus prœoccipitalis. Ces trois circonvolutions temporales sont les seules que l'on voit à la face externe de l'hémisphère.

Entre la première temporale et la seconde court un sillon remarquable par sa régularité, sa profondeur, son apparition précoce chez l'Homme, son importance dans la série animale et son trajet parallèle à celui de la scissure de Sylvius (12, fig. 100) : c'est le *premier sillon temporal* que Gratiolet avait élevé à la dignité d'une scissure sous le nom de *scissure parallèle* (ST^1).

La *quatrième temporale* (T^4), qu'on voit sur la face inférieure de l'hémisphère est coupée par des incisures multiples; elle est bien isolée en avant de la 5e temporale, mais fréquemment unie à la 3e par des plis anastomotiques qui traversent le *troisième sillon temporal* (ST^3).

La *cinquième temporale* (T^5) est la plus remarquable des circonvolutions du lobe temporal. C'est la *circonvolution du grand hippocampe, gyrus uncinatus* (H, fig. 97 et T^5, fig. 108), située entre la 4e circonvolution temporale en dehors et la fente de Bichat en dedans, cette circonvolution borde le seuil de l'hémisphère. — Sa partie antérieure, lisse et renflée, se termine en crochet, c'est l'*uncus* ou *lobule de l'hippocampe* (U, fig. 105), et se continue en arrière avec le corps bordant et le corps godronné; son extrémité postérieure, effilée, pénètre dans le lobe occipital, au-dessous de la scissure calcarine. Elle s'anastomose d'ordinaire avec la 4e temporale par un pli qui traverse la partie moyenne du *4e sillon temporal*, et au-dessous du bourrelet du corps calleux, communique avec le lobe limbique ou circonvolution du corps calleux par le pli de passage temporo-limbique.

Quant au *4e sillon temporal* (ST^4), *sillon du grand hippocampe* (Voy. Corne d'Ammon), en s'enfonçant dans la corne sphénoïdale du ventricule latéral, il détermine la formation d'un gros bourrelet que l'on appelle le *grand hippocampe* ou *corne d'Ammon.*

Le lobe temporal communique donc : 1° avec le lobe frontal par le pli falciforme; 2° avec le lobe du corps calleux par le pli temporo-limbique; 3° avec le lobe pariétal par le pli rétro-sylvien et le pli courbe qui sont superficiels, et le temporo-pariétal profond qui appartient au lobe de l'insula.

Variétés du lobe temporal. — Le premier sillon temporal (ST_1) est interrompu par un pli d'anastomose en T^1 et T_3, 55 fois, et par deux plis 11 fois sur 366 hémisphères; 2 fois sur 366 il fait défaut (Giacomini). Chez beaucoup de nègres et d'idiots (P. Broca), et même dans pas mal de cerveaux de sujets ordinaires, le pli temporo-limbique devient

profond, ce qui rappelle la disposition du sillon de l'hippocampe (ST^4) chez les Singes. Dans ces circonstances le lobe limbique, qui comprend à la fois la circonvolution du corps calleux et la circonvolution de l'hippocampe est à nouveau limité de toutes parts par le sillon de l'hippocampe qui n'est autre chose que le vestige dans l'espèce humaine de la grande scissure limbique des animaux osmatiques. Dans certains cas, le sillon de l'hippocampe se prolonge jusqu'à la pointe du lobe temporal et vient achever l'isolement du lobe limbique.

Lobe occipital. — Le lobe occipital n'existe que chez les Primates, et encore chez l'homme il est assez mal autonomisé. Il est formé de 6 circonvolutions séparées par 5 sillons qui partent d'un centre situé à l'extrémité postérieure de l'hémisphère appelé *pôle occipital.* Sur la face externe il est séparé par la scissure occipitale externe du lobe pariétal avec lequel il communique par les plis de passage pariéto-occipitaux ; à la face interne il est séparé du lobe pariétal par la scissure occipitale interne, et du lobe du corps calleux par la queue de la scissure en Y ou première portion de la scissure calcarine, mais il communique avec ces lobes, par les plis de passage profonds cunéo-pariétal et cunéo-limbique. A la face inférieure ou cérébelleuse de l'hémisphère enfin, il se continue sans ligne de démarcation avec les circonvolutions du lobe temporal. Les trois premières circonvolutions occipitales visibles à la face externe de l'hémisphère ont été réunies par Broca sous le nom de *lobule sus-occipital*, les deux suivantes, qui occupent la face inférieure, ont reçu du même auteur le nom de *lobule sous-occipital*, et la dernière que l'on voit à la face interne porte le nom de *lobule occipital interne*, *lobule triangulaire*, *cunéus* (O^6, fig. 105).

La *première circonvolution occipitale* (O^1) est la plus élevée de la face convexe (O^1, fig. 101 et 106) ; elle se continue avec la circonvolution pariétale supérieure par le premier pli de passage. La *deuxième occipitale* (O^2) se joint à la circonvolution pariétale inférieure par le second pli de passage de Gratiolet, mais envoie en même temps d'ordinaire une bifurcation à la seconde circonvolution temporale (O^2, fig. 101 et 106). La *troisième occipitale* (O^3) occupe le bord externe du lobe et prolonge la 3e temporale, mais assez souvent aussi elle est unie à la deuxième temporale par une bifurcation (O^3, fig. 101 et 106). Les *quatrième* et *cinquième occipitales* (O^4 et O^5) occupent la face inférieure du lobe et sont respectivement la continuation des 4e et 5e temporales. La 4e, en s'unissant à la 4e temporale, forme avec elle une masse renflée à laquelle on a donné le nom de *lobule fusiforme* ou circonvolution temporo-occipitale inférieure et externe (5, fig. 108) ; la 5e occipitale, étalée sous la scissure calcarine, constitue avec la 5e temporale le *lobule lingual* ou circonvolution *temporo-occipitale inférieure et interne* (6, fig. 108). Entre ces deux dernières circonvolutions, la 4e et 5e occipitales, court le quatrième sillon occipital qui se continue avec le 4e sillon temporal ou sillon du grand hippocampe.

La *sixième occipitale* enfin (O^6), en forme de triangle à base tournée en arrière, d'où son nom de *lobule cunéiforme*, *coin* ou *cunéus*, siège à la face interne du lobe (O^6, fig. 105) ; elle est bordée en haut par la scissure occipitale interne qui la sépare du lobule quadrilatère (precuneus) appartenant au lobe pariétal, et en bas par la scissure calcarine. Par sa pointe elle est unie au lobe limbique par un pli de passage profond, le pli cunéo-limbique.

Variétés du lobe occipital. — Lisse sur le Cynocéphale, chez le Macaque et la Guenon, où il contraste si fort avec le reste de l'écorce cérébrale qu'il a l'air de coiffer le cerveau en arrière, d'où le nom de *calotte* que lui a donné GRATIOLET, il commence à se plisser chez quelques Semnopithèques, puis se plisse davantage chez le Gibbon et atteint presque le degré du plissement qu'il a chez l'Homme avec l'Orang et le Chimpanzé. Les deux plis de passage inférieurs ou temporo-occipitaux sont déjà bien visibles chez les Anthropoïdes, mais les deux plis de passage supérieurs ou pariéto-occipitaux restant plus profonds et non apparents encore à l'extérieur, il en résulte que la scissure occipitale externe reste plus ouverte qu'elle ne l'est chez l'Homme. Mais que les plis de passage de Gratiolet deviennent profonds, et la scissure occipitale s'ouvre à nouveau et redevient aussi évidente que chez les Singes inférieurs. C'est ce que l'on a observé nombre de fois, non seulement chez les faibles d'esprit, les idiots, les nègres, mais même chez les hommes fort intelligents, Asseline notamment.

BENEDIKT, BROWN. TENCHINI, WILLIGK, MINGAZZINI, ont observé 5 fois sur 112 criminels un vrai opercule occipital. LOMBROSO a considéré dès lors l'existence de la calotte du cerveau dans l'espèce humaine comme un des caractères du cerveau des assassins, mais si je m'en rapporte à mes propres recherches qui ont porté sur plus de 200 cerveaux, c'est presque la proportion (4 à 5 0/0) que l'on trouve chez les sujets ordinaires. — Dans 12 microcéphales on a noté quatre fois l'existence de cette particularité. Dans près de la moitié des sujets, on constate la présence du sillon occipital transverse dans lequel vient s'ouvrir le plus souvent le sillon interpariétal pour constituer le sillon en T.

LOBE DU CORPS CALLEUX. — Le *lobe du corps calleux* (C, fig. 105 et 109), appelé classiquement *circonvolution du corps calleux*, *circonvolution crêtée*, *circonvolution de l'ourlet* (*gyrus fornicatus*), est le vestige chez les Primates du grand *lobe limbique* des Mammifères ordinaires.

La plupart des Vertébrés, les *Mammifères osmatiques* surtout, chez lesquels l'organe de l'odorat est très développé et possède les caractères d'un sens majeur, ont à la surface du cerveau un vaste lobe affecté à l'olfaction, le *lobe olfactif*.

Ce centre olfactif forme à la face interne de l'hémisphère un cercle complet (C, H, fig. 109) appelé *grand lobe limbique*, parce qu'il borde le seuil (*limen*) de l'hémisphère. Considérablement réduit chez les *Mammifères anosmatiques*, et en particulier chez l'Homme, dont le sens dominant n'est plus l'odorat, le lobe limbique décrit cependant encore un circuit presque complet autour du corps calleux, ce qui a fait appeler la circonvolution du corps calleux circonvolution annulaire ou de l'ourlet. Ce n'est, en effet, qu'en avant, au niveau de l'espace perforé antérieur (vallée de Sylvius), que cette circonvolution *paraît* franchement interrompue. Elle persiste donc sous la forme d'une anse ouverte en avant, qui embrasse le corps calleux. Mais, si à son arc supérieur l'usage a conservé le nom de circonvolution du corps calleux, son arc inférieur a pris le nom de cinquième circonvolution temporale ou circonvolution de l'hippocampe.

Ce grand lobe diffère du reste du manteau par sa précocité, par son absence de plissement chez les Gyrencéphales, par son atrophie lorsque le grand développement des circonvolutions antérieures donne, chez les Primates, la prééminence au lobe frontal (BROCA).

Quoi qu'il en soit, la circonvolution dite du corps calleux a la valeur d'un *lobe* et nous la décrirons comme telle. Elle prend naissance au-dessous du genou du corps calleux, dans cette région appelée *carrefour de l'hémisphère* par BROCA (sp, fig. 97), se porte de là en avant, puis en haut et en arrière en suivant la convexité du corps calleux jusqu'au bord inférieur du bourrelet, où elle se termine en se continuant sur le bord de la fente de Bichat avec la circonvo-

lution de l'hippocampe par le pli de passage temporo-limbique. Son bord concave est séparé du corps calleux par une rainure linéaire, le *sinus du corps calleux*; son bord convexe est séparé du lobe frontal par la scissure sous-frontale, du lobe pariétal (lobule quadrilatère), par la scissure sous-pariétale,qui est le vestige de la scissure sous-pariétale des Mammifères ordinaires.

C'est donc par erreur que Rolando a réuni cette circonvolution avec le lobule quadrilatère sous le nom de circonvolution crétée (par analogie avec une crête de coq). Au niveau du genou du corps calleux elle est unie au lobe frontal par un pli qui franchit la scissure sous-frontale, le *pli de passage fronto-limbique*, et à peu près au milieu du corps calleux par un autre pli, le *pli de passage fronto-*

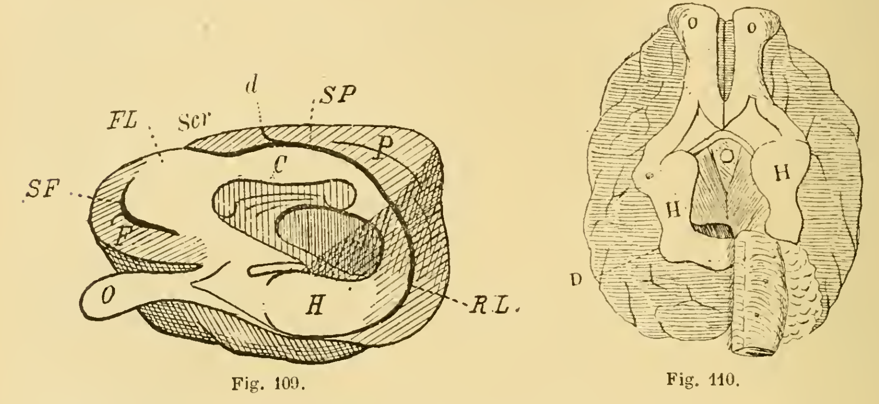


Fig. 109. Fig. 110.

Fig. 109. — Face interne de l'hémisphère droit du chien montrant une partie de la face inféro-interne.

O, lobe olfactif; C, lobe du corps calleux; H, lobe de l'hippocampe; S F, scissure sous-frontale; F L, pli de passage fronto-limbique, Scr, sillon crucial; S P, scissure sous-pariétale; R L, pli de passage rétro-limbique profond; F, lobe frontal; P, lobe pariétal.

Fig. 110. — Face inférieure du cerveau du chien.

Le pédoncule cérébral du côté droit a été enlevé d'un coup de scalpel pour montrer toute la scissure limbique.

O, lobe olfactif; H, lobe de l'hippocampe; D, place du pli de passage rétro-limbique, profond chez le chien.

limbique pré-ovalaire (Voy. fig. 105); plus loin les *plis de passage pariéto-limbiques antérieur et postérieur* l'unissent au lobe pariétal (lobule quadrilatère, precunéus), et au niveau de la rencontre de la scissure occipitale et calcarine, un pli de passage profond (superficiel chez les Singes), *pli cunéo-limbique*, l'unit au lobeo ccipital (cunéus).

Le lobe du corps calleux représente donc seul chez les Primates le *grand lobe limbique* des Mammifères moins élevés. Mais, en réalité, on doit lui adjoindre ou plutôt lui restituer la circonvolution de l'hippocampe et les origines olfactives. En effet, chez les Mammifères à odorat bien développé, les *Osmatiques de Broca*, le grand lobe limbique se compose des lobes olfactifs, de l'hippocampe et du corps calleux. Chez les Primates et les Cétacés, c'est-à-dire chez les *Anosmatiques*, ce lobe s'atrophie parallèlement à l'amoindrissement des fonctions olfactives. Le lobe olfactif se réduit à la bandelette et au bulbe

olfactifs, le lobe de l'hippocampe s'atrophie et n'est plus représenté que par une petite circonvolution qui se fusionne avec le lobe temporal, et le lobe du corps calleux lui-même n'est plus considéré que comme une simple circonvolution. Parallèlement, la grande ceinture limbique paraît comme effondrée en plusieurs points et discontinue.

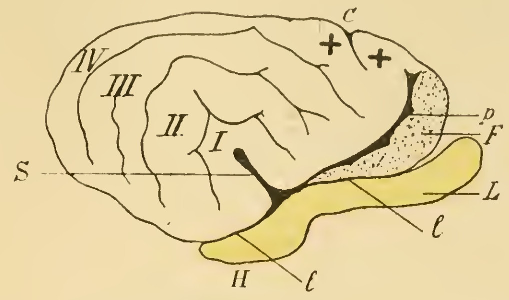


Fig. 111. — Face externe du cerveau du Renard. — Lobe limbique.

L, lobe olfactif; H, lobe de l'hippocampe; l, scissure limbique; p, sillon présylvien (rolandique); F, lobe frontal; C, sillon crucial de Leuret; + +, gyrus sigmoïde; S, scissure de Sylvius; I, II, III, IV, les 4 circonvolutions pariétales.

Le lobe limbique fait, chez les Mammifères inférieurs aux Primates (Chien, Cheval, Mouton, etc.), un coude sous le bourrelet du corps calleux qui contribue à former les *circonvolutions sous-calleuses*, en vestige encore dans certains cerveaux de l'espèce humaine. (Voy. Corps godronné).

Nous verrons un peu plus tard toutefois (voy. Corps godronné) que le lobe limbique d'après P. Broca n'est, en réalité, qu'un lobe para-limbique.

Variétés du lobe du corps calleux. — La plus importante des modifications de la circonvolution du corps calleux est sa subdivision en deux circonvolutions, par suite de l'existence d'un sillon plus ou moins profond et plus ou moins complet qui court le long de son étendue. Ce sillon, *sillon intra-limbique*, que j'ai observé dans la proportion d'environ 5 0/0, est comme une sorte de tendance évolutive vers la formation d'une *deuxième circonvolution frontale interne* dans l'espèce humaine.

C'est à cette conclusion du moins qu'est arrivé Manouvrier (*Bull. de la Société d'Anthrop. de Paris*, 1892), — mais nous regrettons de ne pouvoir partager l'opinion de notre savant collègue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris. J'ai dit pourquoi ailleurs (voy. *Thèse de Bole*, p. 67, Lille, 1893). Chez les Cétacés à fanons, ce pli est dédoublé au point de constituer trois circonvolutions au lobe du corps calleux.

Lobe de l'Insula. — Le *lobe de l'Insula, insula de Reil, lobule du corps strié*, occupe le fond de la fosse de Sylvius, dont il faut écarter les bords pour l'apercevoir (1 à 6, fig. 112). Deux portions de la marge de la scissure contribuent surtout à le cacher, et portent pour cette raison le nom d'*opercule, opercule de Reil* ou de *Burdach*. Ces deux portions qui surplombent en forme de saillie et recouvrent l'insula appartiennent, l'une au pied des deux circonvolutions rolandiques (opercule supérieur), l'autre à la 1re circonvolution temporale (opercule inférieur). Le cap de la 3e frontale vient aussi s'ajouter aux saillies précédentes et constitue un opercule accessoire (opercule orbitaire).

L'insula a la forme d'une coquille de mollusque bivalve, c'est-à-dire

qu'elle a l'aspect d'un triangle bombé et comme recouvert de vagues disposées en éventail; son sommet regarde l'entrée de la scissure de Sylvius et sa base correspond au lobe frontal et un peu au lobe pariétal en arrière. De ses trois bords, l'antérieur ou frontal est séparé du lobe du même nom par une rigole, *rigole frontale* ou *antérieure;* le supérieur du lobe fronto-pariétal par une autre rigole, *rigole fronto-pariétale* ou *supérieure*, et l'inférieur du lobe temporal par une rigole semblable, *rigole temporale* ou *inférieure.*

L'insula peut être partagé, à l'exemple d'Eberstaller, en deux parties par suite d'un sillon qui le traverse de sa base à son sommet, *grand sillon central,* l'une antérieure, *insula antérieure* ou insula proprement dite, reliée au lobe frontal, l'autre postérieure, *insula postérieure* ou lobule rétro-insulaire, rattachée au lobe temporo-pariétal (Voy. fig. 112).

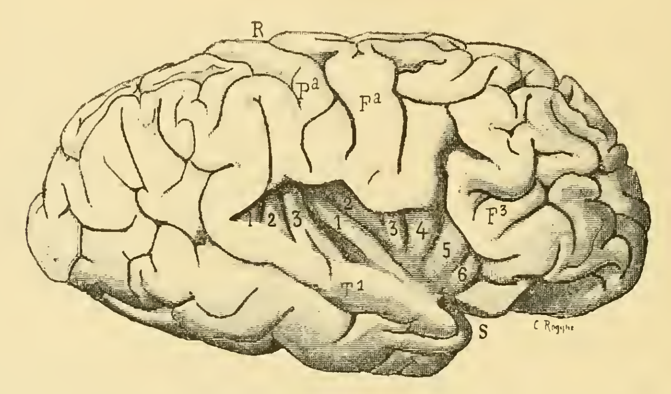


Fig. 112. — Vue de l'insula après écartement des lèvres de la scissure de Sylvius. (Pièce du Laboratoire d'anatomie).

S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; Fa et Pa, circonvolutions rolandiques ; T1, première circonvolution temporale ; 1, 2, 3, plis profonds temporaux pariétaux ; 1, 2, insula postérieure ; 3, 4, 5, 6, insula antérieure.

L'*insula antérieure* présente trois circonvolutions confluentes au pôle de l'insula séparées par deux sillons. La plus postérieure (*gyrus tertius* d'Eberstaller), appelée par Cunningham (1) *gyrus centralis anterior*, relie l'insula à Fa; les deux autres (*gyrus primus et secondus*) le rattachent à F3.

L'*insula postérieure* est séparée en deux circonvolutions par un sillon qui la parcourt en suivant sa longueur. La première est appelée *gyrus centralis posterior* par Cunningham. Ces deux circonvolutions se fusionnent en bas, et vont se rendre dans l'extrémité du lobe temporal, comme le disent Eberstaller, Hefftler et Guldberg, etc., mais en réalité au grand lobe limbique (Cunningham). En haut elles se jettent sur Pa et la circonvolution pariétale inférieure.

Il résulte de cette description qu'il y a analogie et concordance entre les

(1) J. Cunningham, The Sylvian fissure and the island of Reil on the Primate brain (*Journ. of. Anat.*, *Vol.* XXV, p. 286 et 338, 1891).

plis et sillons de Reil et les plis et sillons de Rolando. L'insula antérieure correspond à un pli temporo-frontal, l'insula postérieure à un pli temporo-pariétal.

En arrière, l'insula postérieure est limitée par la rigole postéro-inférieure au-delà de laquelle on voit un contrefort jeté entre T¹ et P², le *pli de passage temporo-pariétal profond* de Broca, *circonvolution temporale transverse* de Heschl, composé d'un ou de deux plis.

Enfin, à l'entrée de la scissure de Sylvius (*région pré-insulaire* ou *seuil de l'insula*), le pôle de l'insula est bordé par un pont arrondi et curviligne qui s'étend de la première temporale à la racine de la 3ᵉ frontale : c'est le *pli falciforme* de Broca.

La face profonde du lobe de l'insula repose sur le noyau caudé du corps strié; sa surface superficielle est recouverte d'une couche de substance grise qui se continue de toutes parts avec l'écorce des trois lobes circonvoisins.

L'occultation du lobe de l'insula chez l'Homme n'indique pas qu'il soit en régression dans l'espèce humaine. Loin de là, car c'est le contraire qui est vrai. — L'insula de l'Homme est en effet plus considérable, plus plissé que celui des Singes. A part les Anthropoïdes, ces animaux l'ont ordinairement petit, lisse et plus ou moins découvert. Celui de l'Orang et du Gorille a trois plis, celui du Chimpanzé quatre et dans l'insula de l'Homme on peut rencontrer plus de cinq plis.

Si donc chez nous, l'insula s'est enfoncé et est devenu une sorte de lobe central, c'est en raison du grand développement des circonvolutions de la surface de l'hémisphère et en particulier du lobe frontal.

Cette extension de tout le manteau a entraîné l'enveloppement du lobe de l'insula autour duquel l'écorce semble avoir gravité dans son agrandissement comme autour d'un pôle.

Jusqu'au milieu du cinquième mois, la surface de l'insula est lisse. Toutefois, la division en partie frontale et en partie temporo-pariétale est depuis longtemps établie déjà. Successivement apparaissent les sillons, en commençant par le sillon central. Du septième au huitième mois, l'insula a achevé sa forme extérieure, mais celle du côté droit est en avance sur la gauche, et les deux côtés sont relativement en retard chez les fœtus ♀ (Cunningham), ainsi que cela se passe, du reste, pour toutes les circonvolutions (Rüdinger).

Relativement à son origine ancestrale, l'insula dérive du *lobule sous-sylvien* (écorce qui recouvre le noyau lenticulaire du corps strié) des animaux osmatiques ; l'insula antérieure provient du pli temporo-frontal de ce lobule, tandis que l'insula postérieure dérive du pli temporo-pariétal, déjà ébauchés chez le tapir et le cheval.

Pouvons-nous tenter, en terminant l'étude des circonvolutions, l'esquisse de l'évolution progressive que l'écorce cérébrale a suivie chez les Mammifères avant d'avoir acquis les caractères de spécialisation si marquée qui la distingue chez l'homme?

Pris en bloc, dans l'ordre des Primates, l'hémisphère se dédouble en deux régions séparées par la scissure de Sylvius : un étage fronto-pariétal et un étage occipito-temporal. Du dernier des Cébiens aux Pithéciens, on voit apparaître la trace de la scissure de Rolando qui subdivise l'étage antéro-postérieur. En même temps, l'étage postéro-inférieur se décompose en deux lobes, par suite de la formation de la scissure occipitale.

Le type cérébral des Primates est bien différent de celui des autres Mammifères. En passant de ces derniers aux Singes, on voit le type se modifier tout à coup. Il n'y a plus de lobe olfactif, le lobe de l'hippocampe est fusionné avec le lobe temporal, alors qu'il en est séparé, au-dessous des Singes, par une scissure profonde, la scissure limbique, et fait partie du lobe limbique.

L'agrandissement du lobe frontal chez les Primates et l'évolution inverse ou rétrograde du lobe limbique sont les deux faits corrélatifs qui expliquent la transformation du cerveau dans cet ordre supérieur des Mammifères. Il y a, pour ainsi dire, chez les Singes et chez l'Homme surtout, substitution du *cerveau mental* au *cerveau brutal*. L'agrandissement du cerveau frontal, que l'on observe aussi bien en s'élevant du Macaque au Papion qu'en montant du fœtus humain à l'homme adulte, tient sous sa dépendance la majeure partie des caractères qui distinguent le cerveau des Primates gyrencéphales.

Ces caractères sont :

1° Le développement considérable du lobe frontal qui refoule en arrière le lobe pariétal et oblige la scissure de Rolando à reculer et à se renverser en arrière.

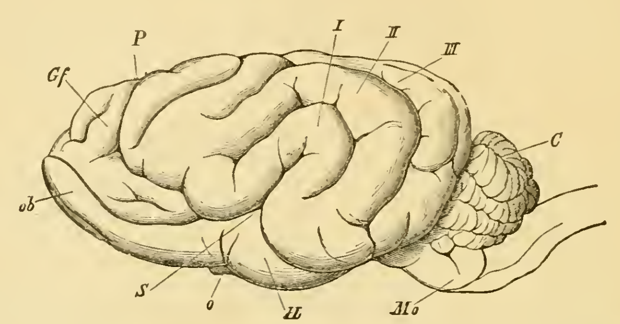


Fig. 113. — Vue latérale du cerveau du chien.

Mo, moelle allongée; C, cervelet; S, scissure de Sylvius; ob, lobe olfactif; P, sillon présylvien (homologue au Rolando); Gf, lobe frontal; H, lobe de l'hippocampe; o, nerf optique; I, II, III, première, deuxième et troisième circonvolutions pariétales.

2° La subdivision du lobe pariétal en trois lobes secondaires, le lobe pariétal, le lobe occipital et le lobe temporal. Refoulé vers l'occiput, le lobe pariétal subit un plissement transversal, qui détermine la formation de la scissure pariéto-occipitale, et dès lors sa séparation en deux lobes : le lobe pariétal en avant de la scissure, le lobe occipital en arrière. La séparation du lobe occipital du lobe pariétal résulte donc du plissement transversal des circonvolutions longitudinales primitives d'où naît la scissure pariéto-occipitale. Cette extension de l'hémisphère en arrière explique le recouvrement du cervelet par les lobes occipitaux du cerveau. Le lobe temporal lui-même résulte du refoulement vers le bas du lobe pariétal par suite de la poussée qu'exerce sur lui le lobe frontal.

Quant au lobe pariétal, il représente ce qui reste du lobe pariétal primitif après la formation du lobe occipital et du lobe temporal; il a subi ainsi une réduction, tandis que le lobe frontal grandissait.

« Celui-ci, dirons-nous avec P. Broca, si petit et si simple chez les autres Mammifères, où il était manifestement primé par le lobe pariétal, s'est en quelque sorte, chez les Primates, emparé de l'hégémonie cérébrale, et l'importance croissante de ses fonctions est attestée par le plissement longitudinal qui le subdivise d'abord en deux, puis en trois circonvolutions. Le lobe pariétal se comporte tout autrement : loin de se compliquer, il se simplifie, au contraire, et les circonvolutions qui le composent tendent à se fusionner. Il y avait chez les Gyrencéphales osmatiques de trois à cinq circonvolutions pariétales, il n'y en a plus que deux chez les Primates. »

Le *lobe temporal* résulte donc du refoulement en arrière et en bas de la circonvolution

sylvienne du lobe pariétal qui descend vers la base du cerveau, où elle trouve place grâce à l'atrophie du lobe de l'hippocampe, avec le reste duquel elle se fusionne.

Pendant ce temps, le grand *lobe pariétal*, qui formait chez les Mammifères presque toute la surface externe de l'hémisphère qui vient de se démembrer pour fournir les lobes occipital et temporal des Primates, s'est réduit : le groupe des circonvolutions sagittales a fourni le lobule pariétal supérieur, et le groupe sylvien le lobule pariétal inférieur par fusion des quatre circonvolutions primitives, dont on retrouve cependant encore les traces.

En d'autres termes, du groupe sagittal des circonvolutions des Carnassiers résulte la circonvolution pariétale supérieure (fusion de deux circonvolutions), et du groupe sylvien dérivent la pariétale inférieure en avant (fusion des deux sylviennes) et les deux premières temporales en arrière (les deux circonvolutions sont ici restées séparées).

3° Le développement considérable de la scissure sous-frontale, enfin, parallèlement à l'agrandissement du lobe frontal, et la réduction de la scissure sous-pariétale parallèlement à l'amoindrissement du lobe pariétal, achèvent la transformation. Il en résulte que chez les Primates la scissure sous-frontale a pris la place de la scissure sous-pariétale et que celle-ci n'occupe plus qu'une très petite étendue de la scissure limbique.

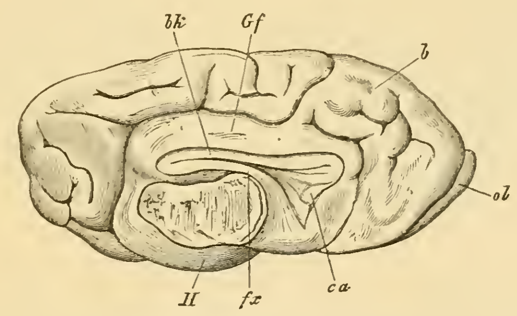


Fig. 111. — Face interne de l'hémisphère gauche du cerveau de chien.

Gf, lobe du corps calleux ; ol, lobe olfactif ; H, lobe de l'hippocampe ; bk, corps calleux ; fx, voûte ; ca, commissure antérieure.

Si l'on poursuit le plan fondamental des circonvolutions à travers la série des Primates, on voit ce plan se compliquer graduellement et se perfectionner, sans que jamais l'esquisse principale soit foncièrement modifiée. Depuis le cerveau lisse des Hapaliens, qui, pour toute anfractuosité, ne présente à sa surface que la scissure de Sylvius (genre Jacchus) et le sillon parallèle (genre Midas), jusqu'au cerveau de l'Orang et de l'Homme, dont la surface est si tourmentée, c'est le même plan morphologique qui déroule ses aspects secondaires et successifs. Chez les Cébiens gyrencéphales, il n'y a encore que des scissures interlobaires et des lobes, que presque aucun sillon ne vient subdiviser en plis ou circonvolutions. Avec les Pithéciens, la décomposition des lobes en circonvolutions se complète. A part le lobe le l'insula, qui ne présente point de plis, sauf l'absence de F^3 et de T^5 ; à part la présence de la calotte et de l'opercule occipital, le cerveau des Cynocéphales nous présente l'esquisse schématique des circonvolutions fondamentales ou primaires du cerveau de l'Homme. Avec les Anthropoïdes, les plis s'allongent, s'enroulent sur eux-mêmes, décrivent les sinuosités les plus variées et se subdivisent en plis secondaires par des incisures.

De plus, et comme cela se voit encore davantage chez l'Homme, tandis que jusque-là les circonvolutions étaient très ressemblantes sur les deux hémisphères, elles sont main-

tenant très variables d'un côté à l'autre, à tel point qu'on pourrait dire que l'asymétrie du plissement du manteau grandit avec la supériorité de l'espèce à laquelle il appartient.

De la complication croissante découlent d'autres caractères morphologiques. Le développement en largeur du lobe frontal détermine la formation d'une troisième circonvolution frontale; son développement en longueur détermine un plissement de son bord externe (F^3), qui forment les 2 rameaux sylviens antérieurs. Ce grand développement épaissit et arrondit ce lobe qui, au lieu de se terminer en pointe, bec du cerveau, bec ethmoïdal, comme chez les Pitréciens, se termine maintenant par une extrémité arrondie, disposition qu'on rencontre déjà chez le Gorille et le Chimpanzé. L'insula, devenue plus large, se recouvre de plis; le lobe temporal, qui ne comprenait jusqu'alors que quatre circonvolutions,en compte maintenant cinq. Le lobe occipital à peu près lisse jusqu'au Gibbon parmi les Anthropoïdes, acquiert des circonvolutions et se détache moins du reste du cerveau. La calotte qui existe encore chez le Chimpanzé, quoique atténuée, s'efface,en effet,chez l'Orang.

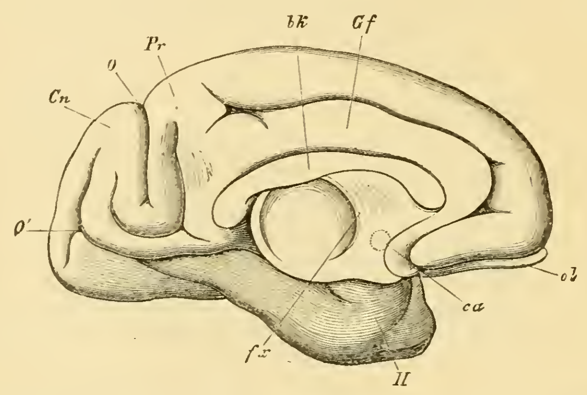


Fig. 115. — Face interne de l'hémisphère gauche du cerveau d'un Singe (*Macacus*).

Gf, lobe du corps calleux; H, lobe de l'hippocampe; Ol, lobe olfactif; bk, corps calleux; fx, voûte; ca, commissure antérieure; O, scissure occipitale interne; Pr, précunéus; Cn, cunéus; O', scissure calcarine.

Gratiolet avait voulu faire des plis de passage pariéto-occipitaux une caractéristique du cerveau humain. Le Gorille, l'Orang, le Semnopithèque même, disait-il, peuvent bien avoir comme l'Homme le premier pli de passage superficiel, mais le second n'est superficiel que chez l'Homme. Or, un examen plus complet de la question est venu démontrer que ce caractère de perfectionnement se retrouve sur le cerveau de l'Atèle, et que d'autre part, il peut se perdre chez certains sujets des groupes humains. P. Broca a en effet rencontré 2 fois sur 100 des plis de passage profonds, par conséquent une scissure perpendiculaire externe largement ouverte, sur le cerveau de l'Européen, cela presque toujours sur des cerveaux d'imbéciles, mais dans certains cas, cependant, sur ceux d'hommes remarquables par l'intelligence, notablement le médecin Fuchs et le publiciste Asseline.

J'ajoute enfin en terminant que le mécanisme de formation des lobes et des circonvolutions est tout entier compris dans l'enroulement des hémisphères du cerveau autour de l'espace perforé latéral, qui sert pour ainsi dire de pivot à l'enroulement progressif en longueur et d'avant en arrière, et à l'enroulement graduel aussi en largeur et de haut en bas et de dedans en dehors de chaque hémisphère.

En résumé, les caractères qui distinguent le type cérébral des Primates de celui des

autres Mammifères se rattachent tous à un double fait fondamental : l'atrophie de l'appareil olfactif et l'agrandissement du lobe frontal. Le développement considérable de ce dernier en longueur, refoule les circonvolutions pariétales et amène la formation du lobe occipital et du lobe temporal qui emprisonnent le lobe de l'insula dans la fosse de Sylvius par suite de leur épanouissement en largeur; l'atrophie de l'appareil olfactif modifie profondément le grand lobe limbique : chez les Mammifères amphibies cette atrophie est due à leur genre de vie; chez les Primates au développement intellectuel dont le sens de l'olfaction n'est plus que l'un des vassaux les plus humbles. Ainsi l'étude des connexions anatomiques permet de suivre dans toute la série des Mammifères la formation, l'évolution, les modifications des diverses parties du manteau cérébral, de retrouver toutes ces parties dans le cerveau des Primates, de reconnaître la raison d'être des caractères qui le distinguent, et d'en déterminer en quelque sorte la filiation (Broca).

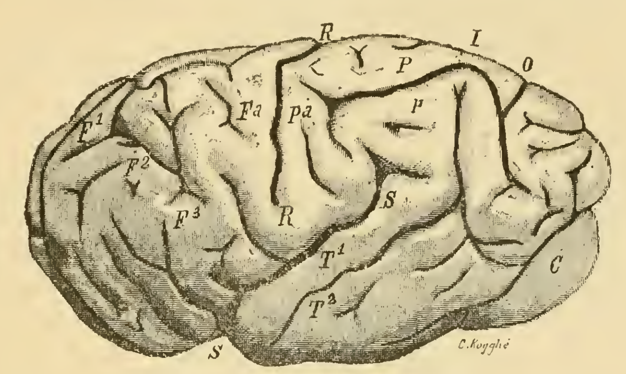


Fig. 116. — Cerveau de l'Orang.

SS, scissure de Sylvius; RR, scissure de Rolando; O, scissure occipitale; C, cervelet; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales; F^a, la frontale ascendante, et P^a, la pariétale ascendante; I, sillon interpariétal; P, circonvolution pariétale supérieure, et p, pariétale inférieure; T^1, T^2, les 2 premières circonvolutions temporales.

Quelle valeur doit-on attribuer aux variétés ou anomalies des circonvolutions ?

Jusqu'ici aucune anomalie de l'écorce, dont les nuances sont innombrables, n'est venue détruire le schéma fondamental que nous avons donné des circonvolutions cérébrales. Les scissures, quelque modifiées qu'elles soient, et les lobes qu'elles limitent, sont toujours faciles à reconnaître. Ce qui varie essentiellement ce n'est pas le plan fondamental, ce sont les plis secondaires de l'écorce. Ici F^1 ou F^2 se dédoublera et fournira un lobe frontal à quatre étages; là les trois frontales se réuniront plus ou moins de façon à réduire le lobe à deux circonvolutions longitudinales ; ailleurs le sillon précentral sera assez complet pour paraître constituer une deuxième scissure centrale, mais cela n'empêchera pas les circonvolutions frontales de persister dans ce qu'elles ont de fondamental. Sur d'autres cerveaux, voire même sur deux hémisphères d'un même cerveau, vous trouverez un pli qui traversera la scissure de Rolando et semblera interrompre complètement F^a et P^a; mais écartez la scissure et vous verrez dans son fond un pli de passage profond qui vient rétablir la continuité des deux circonvolutions rolandiques qui n'étaient ainsi interrompues qu'en apparence seulement. En effet, il y a constamment entre F^a et P^a des arcs-boutants ou plis profonds qui peuvent exceptionnellement devenir superficiels et interrompre la scissure de Rolando. De même encore, et par un phénomène inverse, les plis de passage pariéto-occipitaux (plis de Gratiolet), ordinairement superficiels dans l'espèce humaine, pourront être moins exubérants et devenir profonds.

C'est alors que vous verrez la scissure occipitale externe reprendre la forme simienne,



Fig. 117. — Face latérale du cerveau de l'Orang (Topinard).

R, scissure de Rolando ; S, scissure de Sylvius ; O, scissure occipitale externe ; f1, premier sillon frontal, f2, deuxième sillon frontal ; f, sillon prérolandique ; S', branche antérieure ascendante de la scissure de Sylvius (il n'y a point de branche horizontale et conséquemment il n'y a point de cap) ; E, sillon orbitaire externe ; I, sillon orbitaire interne ; P, sillon interpariétal ; Po, sillon post-rolandique ; K, scissure calcarine ; t1 premier sillon temporal ; t2, deuxième sillon temporal ; t3, troisième sillon temporal.

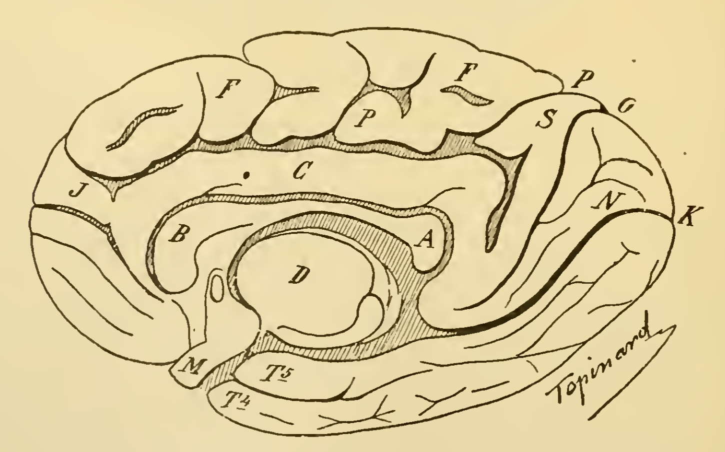


Fig. 118. — Face interne de l'hémisphère droit d'un Orang (Topinard).

A, bourrelet du corps calleux ; B, genou du même corps ; C, circonvolution du corps calleux ; D, couche optique ; M, chiasma optique ; F, F, circonvolution frontale interne ; J, pli de passage pré-limbique ; P, scissure sous-frontale ; S, lobule triangulaire ; O, scissure occipitale interne ; N, cunéus ; K, scissure calcarine ; T5 circonvolution de l'hippocampe.

et le lobe occipital se détacher du reste du cerveau sous la forme d'une calotte, comme chez les Singes. Ici encore, la mise à jour des plis de passage entre les deux lobes vous convaincra

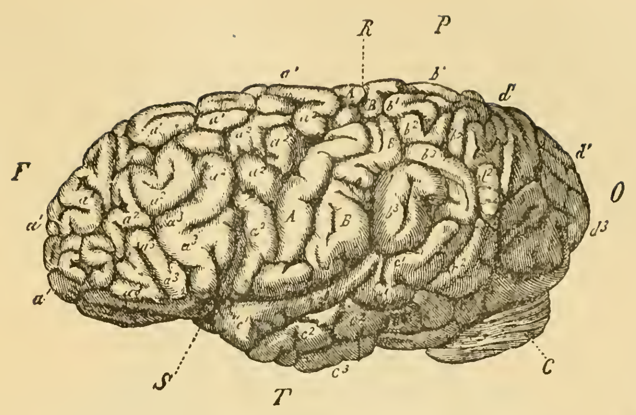


Fig. 119. — Cerveau de Gauss, célèbre mathématicien, vue latérale (R. Wagner).

F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; T, lobe temporal ; C, cervelet ; S, scissure de Sylvius ; R, sillon de Rolando ; a^1, a^2, a^3, circonvolutions frontales supérieure, moyenne et inférieure ; A, A, circonvolution frontale ascendante ; B, B, circonvolution pariétale ascendante ; b^1, b^2, b^3, circonvolutions pariétales supérieure, moyenne et inférieure ; c^1, c^2, c^3, circonvolutions temporales supérieure, moyenne et inférieure ; d^1, d^2, d^3, circonvolutions occipitales supérieure, moyenne et inférieure.

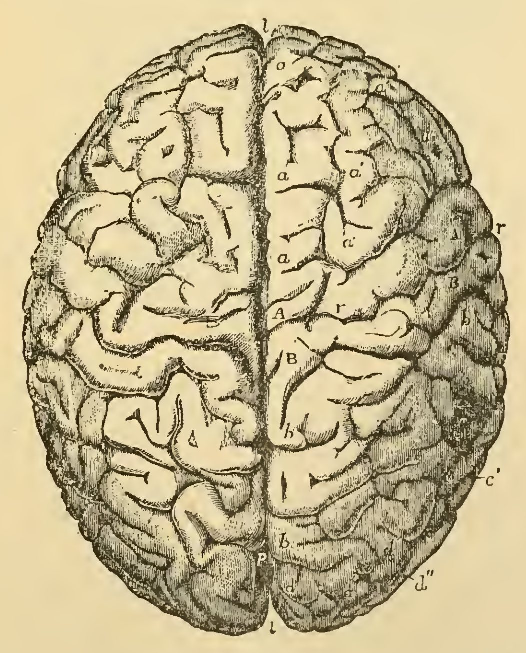


Fig. 120. — Face supérieure du cerveau de Gauss (d'après Wagner).

l, l, grande scissure interhémisphérique ; r, scissure de Rolando ; p, scissure pariéto-occipitale ; A, A, circonvolution frontale ascendante ; B, B, circonvolution pariétale ascendante ; a, première frontale ; a', deuxième frontale ; a", troisième frontale ; b, b, circonvolutions du lobe pariétal ; d, d, lobe occipital.

que la morphologie générale de ces lobes n'est nullement altérée : seuls, les plis de passage qui, de superficiels, sont devenus profonds, ont changé l'aspect extérieur de la région. Suivant que les plis de passage ou d'anastomose restent superficiels ou deviennent profonds, la forme de l'écorce cérébrale se modifie donc considérablement. Pour en citer un dernier exemple, supposez, — ce qui arrive effectivement dans certains cas, — un pli d'anastomose superficiel entre les deux lobules pariétaux et vous pouvez avoir un sillon parallèle à la scissure de Rolando, qui est limité en arrière par une circonvolution qui donne l'illusion d'une 3e centrale ; — que le pli courbe devienne profond et la scissure occipitale externe pourra communiquer avec le sillon parallèle (ST^1).

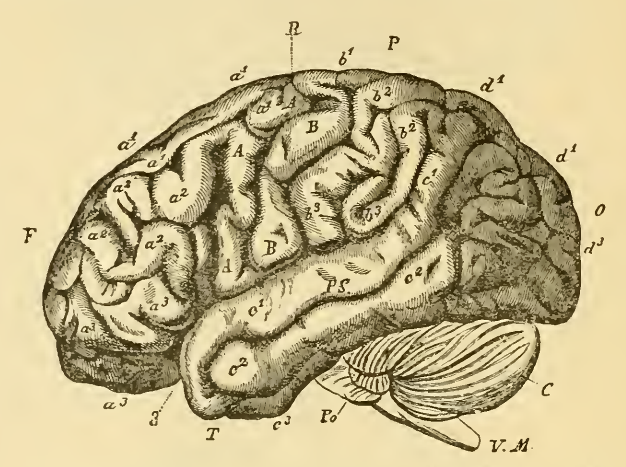


Fig. 121. — Cerveau de la Vénus hottentote, vue latérale (Gratiolet).

F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; T, lobe temporal ; C, cervelet ; Po, protubérance ; VM, bulbe ; 3, scissure de Sylvius ; R, sillon de Rolando ; PS, scissure parallèle ; a^1, a^2, a^3, circonvolutions frontales supérieure, moyenne et inférieure ; A, A, circonvolution frontale ascendante ; B, B, circonvolution pariétale ascendante ; b^1, b^2, b^3, circonvolutions pariétales supérieure, moyenne et inférieure ; c^1, c^2, c^3, circonvolutions temporales supérieure, moyenne et inférieure ; d^1, d^2, d^3, circonvolutions occipitales supérieure, moyenne et inférieure.

Les sillons les plus précoces répondent dans la profondeur de l'hémisphère aux faisceaux les plus précoces. L'attache des corps opto-striés est donc le point de départ et la cause du plissement. Chaque pli rentrant correspond à une sorte de bride qui relie la périphérie aux masses opto-striées. Ainsi se forme à la surface de l'écorce à mesure qu'elle s'étend, des ondes qui interfèrent entre elles et déterminent le plissement typique pour chaque espèce. Mais si les scissures et les sillons sont constants, leur forme, leur direction, leur profondeur ne le sont pas. Tout dépend du volume des circonvolutions adjacentes. Voilà pourquoi il ne faut pas regarder les centres de l'écorce commune, invariablement fixés à la surface de l'écorce. La plupart des variétés des plis s'expliquent par des compensations qui s'établissent dans les régions voisines. Car, comme le disait Geoffroy Saint-Hilaire, *il n'y a pas d'anomalie isolée*, une anomalie en entraînant d'autres dans les rapports des parties adjacentes (Brissaud).

Toutes ces modifications de l'écorce sont donc secondaires et n'ont point d'importance au point de vue morphologique ou physiologique. Parmi elles, les unes ont un caractère atavistique incontestable, — je citerai pour exemple la réapparition de la scissure perpendiculaire externe complète, — les autres relèvent d'un arrêt de développement, et comme exemple, je citerai la persistance de la fosse de Sylvius fœtale.

Etendue de l'écorce du cerveau.

On a essayé d'évaluer l'étendue de la surface corticale du cerveau, c'est-à-dire la superficie occupée par les circonvolutions. L'on est arrivé en moyenne à 700 c. carrés sans tenir compte des plis (*gyri*), à 2000 c. carrés en comprenant les circonvolutions.

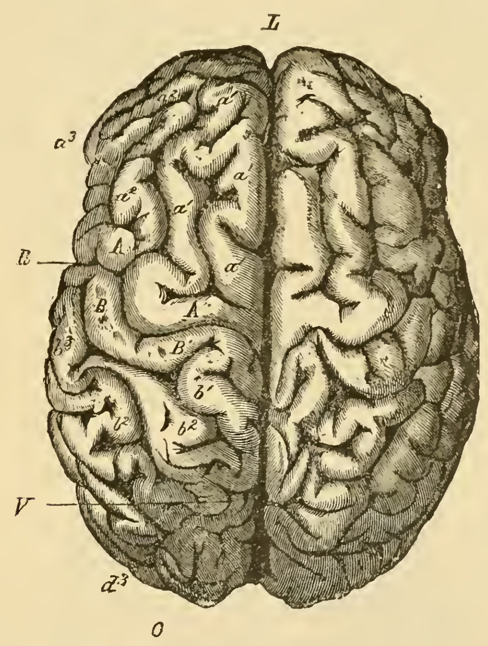


Fig. 122. — Cerveau de la Vénus hottentote, d'après Gratiolet (face supérieure).

L, grande scissure interhémisphérique; R, scissure de Rolando; V, scissure occipitale; O, lobe occipital; a, a', a'', circonvolutions frontales; A, A, circonvolution frontale ascendante; B, B, circonvolution pariétale ascendante; b^1, b^2, b^3, circonvolutions pariétales.

Mais malgré les procédés ingénieux qu'ont employés à cet effet Baillarger, Wagner, Calori, etc., ces procédés ne peuvent nous donner que des renseignements approximatifs. Néanmoins, voici encore les chiffres qu'ont obtenus Calori et Wagner.

Cerveaux de Brachycéphales	♂	2430 C².
	♀	2110 »
Cerveaux de Dolichocéphales	♂	2300 »
	♀	1982 »

Ces chiffres sont ceux de Calori et ils représentent la superficie totale de l'écorce, c'est-à-dire comme si on avait mesuré celle-ci après l'avoir

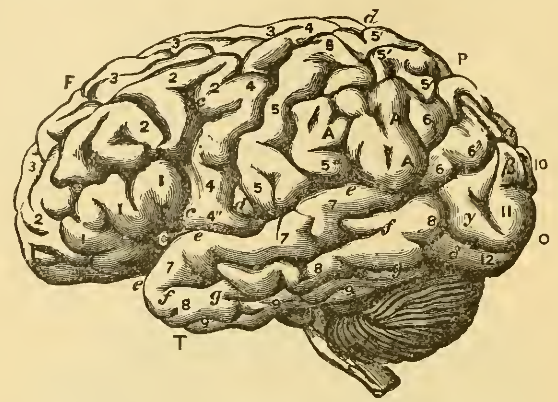


Fig. 123. — Cerveau de Boschimane (face latérale).

F, lobe frontal; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital; T, lobe temporal; C, lobe de l'insula; d, d, scissure de Rolando; e, e, scissure de Sylvius; 1, 1, circonvolution de Broca ; 2, 2, frontale moyenne; 3, 3, frontale supérieure; 4, 4, frontale ascendante; 5, 5, pariétale ascendante; A, A, pariétale inférieure ; 5', 6, pariétale supérieure ; 7, 7, première temporale ; 8, deuxième temporale ; 9, troisième temporale ; 10, scissure perpendiculaire externe ; 11, 12, première et deuxième occipitale.

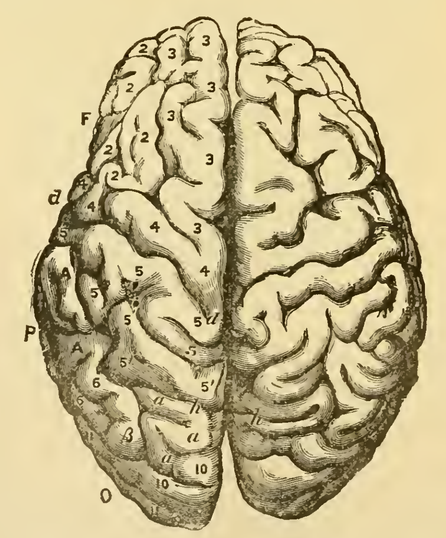


Fig. 124. Cerveau de Boschimane (face supérieure), d'après Marshall.

F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; d, d, scissure de Rolando ; 2, 2, 3, 3, deuxième et première circonvolution frontale ; 4, frontale ascendante ; 5, pariétale ascendante ; 5', pli courbe ; 6, lobule du pli courbe; h, scissure occipitale externe; a, B, plis de passage pariéto-occipitaux.

déplissée. Les suivants, chiffres de H. Wagner, décomposent la superficie en surface libre et surface cachée, et de plus en superficie propre à chacun

des lobes, chez quatre personnes, deux hommes supérieurs, les professeurs Gauss et Fuchs, et deux personnes ordinaires, une femme du peuple et un ouvrier.

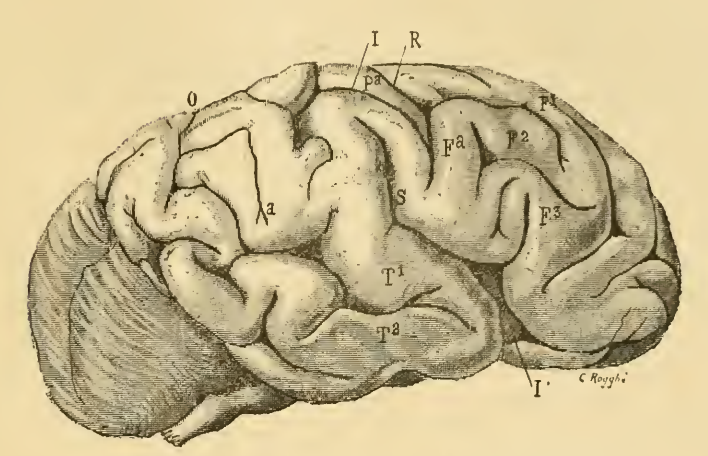


Fig. 125. — Cerveau du microcéphale Manolino (Giacomini).

S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; O, scissure occipitale ; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales ; F^a, frontale ascendante ; pa, la pariétale ascendante ; I, sillon interpariétal ; T^1, T^2, les 2 premières circonvolutions temporales ; I', lobe de l'insula ; a, lobule du pli courbe.

	Surface de chaque lobe				Faces du cerveau		Surface totale du cerveau
	L. frontal	L. pariétal	L. occipital	L. temporal	Face libre	Face profonde	
Gauss.....	875 c.c.	437	368	420	700	1430	2130 c²
Fuchs.....	893 —	434	360	415	690	1440	2130
Femme....	812 —	407	318	410	668	1250	1918
Ouvrier ...	706 —	387	310	380	620	1230	1850

En d'autres termes, les

Lobes { frontal = 43 pour 100 de la surface totale
pariétal = 16 — —
temporal = 21 — —
occipital = 17 — —

Si l'on considère comme 100 le cerveau de Gauss, on obtient les proportions suivantes des lobes :

Gauss	Fuchs	La Femme	Krebs
100	100,6	92,9	85,5

Et si l'on prend la surface totale pour 100 la surface de chaque lobe est :

	L. fr.	L. p.	L. occ.	L. temp.
Cerveau de Gauss.............	40,8	20,7	17,4	20,0
» d'un manouvrier	38,3	21,4	17 3	21,2

Ces chiffres démontrent : 1° que la surface cachée de l'écorce (flancs des circonvolutions) représente environ les deux tiers de la surface totale, et la surface libre des circonvolutions le tiers seulement : — 2° que l'écorce occupe une surface plus étendue chez l'homme instruit que chez le paysan.

P. Broca, de son côté, en évaluant le rapport quantitatif de ces lobes, est arrivé à peu près aux mêmes résultats sur ce sujet que Bischoff. Il a trouvé pour moyenne de 358 sujets :

	Hommes	Femmes
Lobes frontal	471 gr.	408 gr.
— temporal et pariétal ensemble	521 —	442 —
— occipital	110 —	95 —

Dans des recherches plus récentes G. Chiarugi a fourni de son côté les chiffres suivants :

	Cerveau gauche	Cerveau droit
Longueur de la courbe sagitale	200 mill.	190 mill.
Le lobe frontal est représenté par	100 —	100 —
Le lobe pariétal —	37 —	45 —
Le lobe occipital —	63 —	55 —
Longueur de la demi-circonférence horizontale .	218 —	195 —
Le lobe frontal est estimé à	85 —	80 —
Le lobe pariéto-occipital	125 —	115 —

Enfin, A. Conti, essayant d'évaluer en 1884 l'épaisseur de l'écorce, a trouvé que l'écorce augmente graduellement d'épaisseur de la pointe du lobe frontal à la scissure de Rolando, oscillant dans cette étendue, entre un minimum de 22 mill. et un maximum de 33 millimètres, et qu'elle diminue graduellement depuis la scissure de Rolando jusqu'à la pointe du lobe occipital, avec un maximum de 33 mill. et un minimum de 16 mill. Mais il faut savoir que l'épaisseur de la substance grise corticale du cerveau varie suivant les âges et suivant les sujets, et même chez un sujet donné d'un point à un autre.

Structure des circonvolutions cérébrales.

Si l'on examine une circonvolution du cerveau sur une coupe perpendiculaire à son trajet, on voit qu'elle est formée de deux parties : une partie centrale, constituée par de la substance blanche ; une partie périphérique, constituée par de la substance grise. La première est une dépendance du centre ovale, et,

comme ce dernier, est formée par des fibres à myéline; la substance grise constitue dans son ensemble ce que nous avons appelé l'écorce ou manteau des hémisphères.

Cette couche grise n'est pas homogène, mais se présente, comme Baillarger l'a nettement indiqué depuis longtemps, de zones alternativement claires et foncées. Ces zones sont au nombre de six et elles se superposent dans l'ordre suivant de la surface à la profondeur : 1° une couche claire très mince (environ 1/2 millimètre) que l'on appelle la *strie blanche externe* (1re couche) et qui s'épaissit notablement sur la circonvolution de l'hippocampe ; 2° une couche grise et mince, *couche des petites cellules pyramidales* (2e couche) ; 3° une nouvelle couche claire, *strie blanche moyenne ou strie de Vicq-d'Azyr* (3e couche); 4° une nouvelle couche foncée, de couleur jaune ou rouillée, d'environ 1 millim. d'épaisseur, *couche des grandes cellules pyramidales* (4e couche) ; 5° une dernière couche claire, très mince, *strie blanche interne* ou *strie de Baillarger* (5e couche) ; 6°, une dernière couche foncée, jaunâtre, épaisse d'à peu près 1 millim., *couche des cellules fusiformes* (6e couche), qui appuie sur la substance blanche ou médullaire de la circonvolution (Voy. fig. 126).

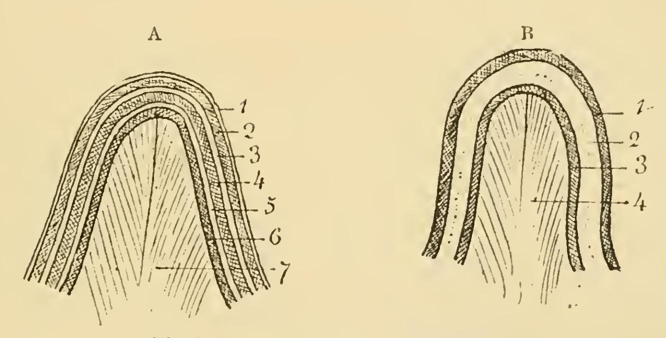


Fig. 126. — Structure des circonvolutions.

A. *Structure générale*. — 1, strie blanche externe ; 2, strie grise externe (petites cellules pyramidales ; 3, strie blanche moyenne (strie de Vicq-d'Azyr) ; 4, strie grise moyenne (grandes cellules pyramidales) ; 5, strie blanche interne (strie de Baillarger) ; 6, strie grise interne (cellules fusiformes) ; 7, substance blanche ou médullaire.

B. *Structure spéciale* (lobe occipital). — 1, strie grise externe ; 2, strie blanche moyenne + strie blanche interne et strie grise moyenne très amoindrie (ruban rayé de Vicq-d'Azyr) ; 3, strie grise interne ; 4, substance médullaire.

La substance grise des circonvolutions est constituée, comme toute substance grise des centres nerveux, par des cellules nerveuses, des fibres nerveuses, du tissu névroglique et des vaisseaux sanguins.

Les cellules nerveuses ont des formes variables. Les unes sont polyédriques, d'autres fusiformes, mais beaucoup ont une forme pyramidale presque caractéristique. Les unes et les autres ont des prolongements protoplasmiques ramifiés et un prolongement de Deiters. Les *cellules pyramidales* varient en volume depuis 10 à 15 μ jusqu'à 100 et 120 μ. Aussi les a-t-on divisées en *petites cellules pyramidales* et en *grandes cellules pyramidales* ou *cellules géantes*

Selon Betz, ces dernières seraient localisées dans les zones motrices de l'écorce; mais les recherches de Golgi (1883) ont montré qu'on pouvait aussi les rencontrer dans d'autres régions, le lobe occipital notamment.

La cellule nerveuse de l'écorce comporte : 1° un *corps cellulaire* strié en long et farci de granulations pigmentaires auxquelles est due la couleur grise de l'écorce ; 2° un noyau ovoïde et volumineux ; 3° des prolongements protoplasmiques ramifiés qui semblent constituer par leurs entrelacements une sorte de réseau nerveux ; 4° un prolongement non ramifié, qui semble représenter le prolongement de Deiters et se continuer (Koschewnikoff) avec le cylindre-axe des fibres blanches sous-jacentes.

Les cellules pyramidales sont orientées de telle façon que leur extrémité effilée ou queue regarde vers la périphérie et leur base vers la profondeur où elle détache le prolongement non ramifié, *prolongement basal de Meynert*, qu'on peut homologuer au prolongement de Deiters ordinaire aux cellules nerveuses. Les fibres que l'on trouve dans l'écorce sont des fibrilles nerveuses, des cylindres-axes et des fibres à myéline analogues à celles du centre ovale : fibres et cellules nerveuses sont cimentées pour ainsi dire par la névroglie.

Pour constituer les six couches de l'écorce, voilà comment s'associent ces éléments.

1) La strie blanche externe est formée de névroglie et de fibres à myéline disposées en nappes ; 2) la deuxième couche est essentiellement formée par les petites cellules pyramidales ; 3) la strie blanche moyenne est surtout constituée par un plexus de fibres blanches entrecroisées en tous sens ; 4) la quatrième couche est formée par les grandes cellules pyramidales ; 5) la strie blanche interne est constituée par de petites cellules irrégulières et des faisceaux de fibres blanches ; 6) la strie grise profonde ou sixième couche est constituée enfin par les cellules fusiformes. L'agencement de ces éléments gris (cellules) et blancs (fibres) en zones donne lieu aux stries alternativement blanches et grises de l'écorce. Ainsi trois stries blanches formées par ces fibres nerveuses et trois couches grises constituées par les cellules. Dans les diverses couches, les éléments nerveux sont soutenus par la névroglie, et les six couches sont toutes parcourues par les prolongements ramifiés des éléments cellulaires des couches voisines.

Ramon y Cajal (*Sur la structure de l'écorce cérébrale*, La Cellule, VII, 1891) a montré que la couche la plus superficielle contient des cellules à plusieurs prolongements cylindre-axiles. Toutes les fibres s'y terminent par des arborisations libres et intercellulaires. Comme dans la moelle, on rencontre dans l'écorce cérébrale des cylindres-axes qui, arrivés dans la substance blanche, s'y divisent en Y ou en T.

Tel est le type général de la structure de l'écorce du cerveau. Mais il y a certaines particularités qu'il nous faut brièvement indiquer.

Les *cellules pyramidales géantes* se rencontreraient spécialement dans les zones psycho-motrices (Betz), où elles se groupent par nids (Lewis, Clarke). De grosses *cellules fusiformes* se voient surtout dans l'écorce de l'insula. Dans le lobe occipital, la couche moyenne des grandes cellules étant très réduite, il arrive que les deux stries blanches moyenne et interne paraissent confondues, et forment dès lors une raie blanche épaisse, *ruban rayé de*

Vicq-d'Azyr (2, fig. 126, B) bien visible entre les deux bandes grises interne et externe, de telle façon que là l'écorce paraît n'être formée que de trois strates superposés.

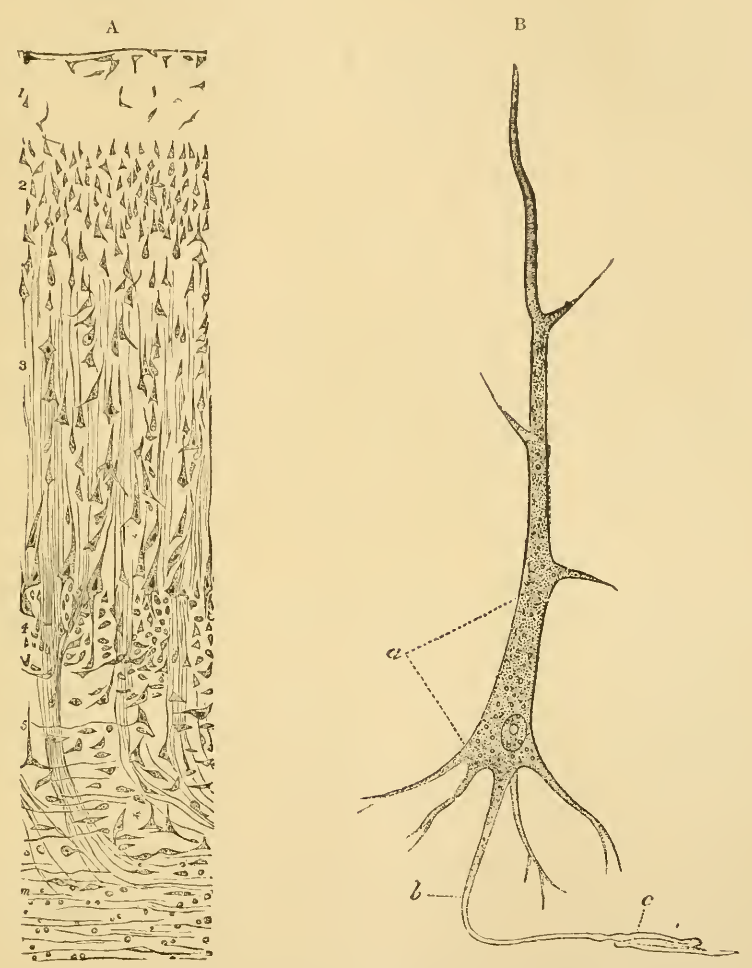


Fig. 127. — Structure de l'écorce du cerveau (grossissement 65 d., Meynert).

A. — 1, couche de petits corpuscules, spécialement de nature névroglique ; 2, couche de petites cellules pyramidales ; 3, couche de grosses cellules pyramidales ; 4, couche de petits corpuscules irréguliers, occupée dans certaines régions par des *cellules géantes* ; 5, couche de corpuscules fusiformes; m, couche blanche ou médullaire.

B. — Grosse cellule pyramidale isolée ou cellule géante (Charcot).

a, corps de la cellule ; b, son prolongement basilaire ; c, fibres blanches de la circonvolution.

Dans la région ammonienne on distingue (Golgi) quatre couches : 1) une couche blanche, l'*alveus* de la corne d'Ammon ; 2) une couche grise

représentant la circonvolution de l'hippocampe (*stratum convolutum, subiculum*); 3) une lame blanche intermédiaire (*lamina medullaris circonvoluta*) ; 4) une couche grise profonde, le *corps godronné*. L'*alveus* qui se continue avec la substance blanche de la circonvolution de l'hippocampe et le corps bordant, a la valeur de la couche médullaire de toute circonvolution (Voy. Corne d'Ammon).

Le *stratum convolutum* se continue avec la substance grise de la 5e circonvolution temporale. Seulement, au lieu d'y rencontrer nos six couches des autres régions, nous n'en rencontrons que trois. De plus, les cellules pyramidales s'y allongent énormément, et leur base restant fixée près de l'alveus, il en résulte un aspect strié de la partie moyenne du stratum convolutum qui lui a fait donner le nom de *stratum radiatum*. De plus la queue de ces cellules émet un certain nombre de prolongements protoplasmiques rameux qui a valu à cette zone de la circonvolution le nom de *stratum laciniosum*.

La *lamina medullaris circonvoluta* est constituée par des fibres nerveuses qui émanent des cellules de la circouvolution de l'hippocampe.

La *circonvolution godronnée* est constituée par des séries de cellules ovoïdes dont les prolongements protoplasmiques se détachent et se dirigent en se ramifiant vers la circonvolution de l'hippocampe, où ils vont se perdre dans les fibres de l'alveus et du corps bordant. Le prolongement de Deiters se détache du pôle opposé de la cellule, ce qui donne à cet élément l'aspect d'une poire qui aurait une longue queue touffue (Voy. Corps godronné).

La couche corticale de substance grise n'existe pas chez tous les Vertébrés (Téléostéens, Ganoïdes) ; ce n'est que dans les groupes supérieurs que les cellules nerveuses viennent se grouper dans la zone palléale pour constituer cette couche. Il n'y a pas, sous ce rapport, de série évolutive continue depuis les formes inférieures jusqu'aux plus élevées. Il existe de grandes lacunes à cet égard entre les Poissons et les Amphibiens, ainsi qu'entre ces derniers et les Reptiles (Edinger). C'est chez les Reptiles qu'on rencontre pour la première fois une véritable écorce cérébrale constituée par plusieurs couches et caractérisée par des cellules pyramidales. Cependant, Oyarzum (1890), conformément à l'opinion de His, a démontré que l'écorce s'ébauche déjà chez les Amphibiens.

Applications pathologiques. — Les cellules nerveuses des circonvolutions sont susceptibles de diverses altérations, dégénérescence atrophique, colloïde, graisseuse, granuleuse, vacuolaire, etc. Cette dernière se rencontre dans la paralysie générale, la démence sénile, la démence épileptique. Les fibrilles nerveuses qui forment au milieu des éléments ganglionnaires une sorte de treillis (Exner), disparaissent rapidement dans la paralysie générale (Tuczek), la démence sénile et la démence épileptique (Zacher).

Les circonvolutions peuvent être le siège des diverses formes d'*encéphalite aiguë*, consécutive elle-même à la méningite aiguë franche ou infectieuse, ou survenant par propagation à la suite des suppurations de l'oreille moyenne. La surface des circonvolutions subit alors le *ramollissement rouge* de Rostan et Andral, et s'enlève sous la forme d'une bouillie quand on essaye d'enlever la pie-mère. Cette inflammation peut aboutir à la formation d'abcès qui, par suite de destruction ou de compression, donnent lieu à des phénomènes variables suivant leur siège.

Les diverses formes d'*encéphalite chronique* affectent de préférence les circonvolutions. Dans la péri-encéphalique chronique diffuse, les espaces péri-vasculaires sont dilatés et infiltrés de cellules lymphoïdes, et les cellules nerveuses sont frappées par la dégénérescence graisseuse ou pigmentaire. Les circonvolutions peuvent aussi être le

siège de diverses scléroses localisées, diffuses, en plaques, et de tumeurs, telles que : gliomes, sarcomes névrogliques ou angiolitiques, tubercules, gommes, kystes, anévrysmes, tumeurs parasitaires. Dans l'atrophie sénile il y a dégénérescence granulo-graisseuse et pigmentaire des éléments cellulaires et diminution des fibres nerveuses, ainsi qu'athérome des vaisseaux sanguins (Kostjurin, Beliakoff, etc.). La sclérose corticale est commune dans la démence épileptique (Chaslin) et la démence sénile (Pierret). Les tumeurs sont caractérisées cliniquement par de l'hypéresthésie, de l'anesthésie, des convulsions (fréquent), des parésies, des troubles moteurs oculaires (strabisme, ptosis, inégalité des pupilles), des vertiges, du coma, des attaques apoplectiformes. Mais ces phénomènes, variables du reste avec le siège de la tumeur, peuvent ne pas se montrer si la tumeur se développe lentement.

Les lésions de l'écorce qui déterminent des troubles les plus localisés sont les lésions destructives, suite de nécrobiose (ramollissements). Ces troubles sont ou bien des paralysies croisées s'il s'agit d'une destruction d'un centre moteur cortical, ou bien des convulsions croisées dans le cas d'irritation de ce même centre. Mais si une lésion localisée peut déterminer la paralysie ou la convulsion parallèle d'un groupe musculaire, il n'en demeure pas moins certain que cette lésion donne lieu en même temps à un affaiblissement de l'ensemble des fonctions motrices et sensitives. C'est ainsi que si les phénomènes locaux paralytiques ou convulsifs consécutifs à une lésion corticale localisée prouvent une certaine indépendance fonctionnelle des diverses régions, la possibilité de la généralisation des phénomènes fonctionnels prouve non moins la solidarité qui unit les différentes parties de l'encéphale entre elles. C'est là une fédération d'organes qui concourent à un même but, et l'un d'eux ne peut souffrir sans que les autres s'en ressentent du même coup. — Une faible excitation de certains centres donne lieu à des mouvements croisés seulement; une excitation plus forte provoque des mouvements bilatéraux. C'est ainsi que se généralisent les convulsions dans l'épilepsie Jacksonnienne.

Cette solidarité rend compte qu'il peut s'établir des *suppléances fonctionnelles* entre les parties d'un même hémisphère ou entre les parties homologues des deux hémisphères, soit immédiatement après, soit après un temps plus ou moins long après la lésion. Du seul fait qu'une lésion limitée de l'écorce aboutit à la dégénérescence descendante systématique (par suppression du centre trophique) d'un groupe de fibres nerveuses qu'on suit à travers le centre ovale, la capsule interne, le bulbe et la moelle, la doctrine des localisations cérébrales ne reste-t-elle pas démontrée? Or ces faits sont aujourd'hui nombreux, et l'on connaît bien (Kosjewnikoff, Charcot et Marie, Kahler et Pick, etc.), la sclérose systématique des cordons latéraux de la moelle s'accompagnant de dégénérescence du centre ovale et de la région psycho-motrice de l'écorce.

Nous ajouterons que la dégénération descendante secondaire par suppression des cellules trophiques corticales (ganglions corticaux) ne se produit pas chez les animaux comme chez l'homme; chez quelques-uns elle peut même faire défaut. Il ne faut donc pas conclure que, parce qu'un animal à qui on a enlevé une rondelle d'écorce cérébrale sans qu'il survienne de paralysie correspondante, les localisations cérébrales ne sont qu'un leurre. Ce qui est applicable à l'homme ne l'est pas toujours aux animaux. Que la spécialisation fonctionnelle soit portée à un degré plus élevé chez l'Homme et le Singe que chez le reste des Mammifères, ceci est conforme à la *loi de la division du travail physiologique*, absolument établie en biologie.

§ III. — Conformation intérieure du cerveau.

Maintenant que nous connaissons la surface extérieure du cerveau et ses circonvolutions sur lesquelles du reste nous reviendrons encore à propos de la question des localisations cérébrales, il nous faut pénétrer plus profondément dans cet organe et en étudier l'architecture. Il nous faut apprendre à connaître les rouages de cette machine si complexe ; il nous faut en prendre les pièces une à une, comme on prend les pièces d'une machine les unes après les autres quand on la démonte, afin de nous familiariser avec la construction des parties et de l'ensemble de ce merveilleux appareil.

La lame inférieure du cerveau (plancher du ventricule moyen) et la lame commissurale supérieure (corps calleux) réunissent l'une à l'autre les deux moitiés du cerveau. Mais ces deux lames ne sont pas appliquées l'une sur l'autre ; elles laissent entre elles sur la ligne médiane un espace ou étage dont les parois latérales sont formées par des masses ganglionnaires profondes appelées couches optiques : cet espace, c'est le ventricule moyen.

D'autre part, les masses ganglionnaires profondes, couches optiques et corps striés, auxquelles aboutissent les pédoncules cérébraux, ne sont pas non plus réunies au corps calleux qui passe au-dessus d'elles sans y adhérer.

En raison de cette nouvelle disposition, chaque hémisphère cérébral présente également une cavité, les ventricules latéraux.

Ces trois ventricules, le ventricule moyen et les deux ventricules latéraux, ne formeraient à leur tour qu'une seule et même cavité s'ils n'étaient séparés les uns des autres par de nouvelles parties qui jouent le rôle de cloisons. Le ventricule moyen ne se prolonge pas aussi loin en avant que les ventricules latéraux, d'où ces derniers communiqueraient l'un avec l'autre, si n'était entre eux une lame intermédiaire tendue de champ, la cloison transparente (24, fig. 128), et avec le ventricule moyen, si n'était une autre formation cloisonnante, tendue horizontalement, le trigone cérébral (23, fig. 128). Deux trous, les trous de Monro (22, fig. 128), établissent cependant une communication entre le ventricule moyen et les ventricules latéraux.

La conformation intérieure du cerveau est une de celles qui sont réputées comme les plus difficiles. On peut cependant en fort peu de temps s'en rendre un compte très exact à l'aide d'un certain nombre de coupes horizontales, frontales et sagittales.

Si avec un couteau à cerveau tenu à plat, on pratique une coupe horizontale du cerveau reposant sur sa base à un certain niveau au-dessus du corps calleux, on obtient une surface de section qui montre dans chaque hémisphère une surface ovalaire blanche, entourée d'une bordure grise très sinueuse : c'est le *centre ovale de Vicq-d'Azyr*. En avant et en arrière, les deux centres sont séparés l'un de l'autre par la scissure interhémisphérique.

Lorsqu'on pratique la section juste au-dessus du corps calleux, on obtient une surface de section analogue dans chaque moitié du cerveau, mais les deux ovalaires sont réunis transversalement l'un à l'autre par le corps calleux : c'est là le *centre ovale de Vieussens* (fig. 131).

En continuant les coupes de haut en bas, on tombe successivement sur le *corps calleux*, la *cloison transparente*, le *trigone cérébral*, la *toile choroïdienne* et la *glande pinéale*, le *ventricule moyen* sur la ligne médiane, et latéralement les *ventricules latéraux* et les *corps opto-striés*.

1. — CORPS CALLEUX

Le *corps calleux* (25, fig. 128, bk, fig. 129) se présente sous la forme d'une voûte tendue au-dessus des ventricules, plus large en arrière qu'en avant, et présentant de chaque côté trois prolongements qui correspondent aux trois cornes des ventricules latéraux. — C'est une large commissure blanche composée de fibres transversales réunissant l'un à l'autre les hémisphères du cerveau. — Sa longueur est d'environ 8 centimètres ; son épaisseur bien appréciable sur une coupe sagittale du cerveau est différente suivant les points et varie de 3 à 4 millimètres (en avant) jusqu'à 7 à 8 millimètres à son extrémité postérieure.

On considère au corps calleux une *face supérieure*, une *extrémité antérieure*, une *extrémité postérieure*, deux *bords latéraux* et une *face inférieure*.

1° **Face supérieure** (fig. 129 et 131). — Légèrement convexe d'avant en arrière, elle présente, sur la ligne médiane, un très léger sillon, improprement appelé *raphé du corps calleux*, et, de chaque côté de ce sillon, deux tractus blancs à direction antéro-postérieure, *tractus longitudinaux ou nerfs de Lancisi* (sm, fig. 129). — Plus en dehors, sur les bords mêmes du corps calleux et compris dans l'enceinte du sinus du corps calleux, on voit quelquefois deux autres tractus longitudinaux grisâtres, les tractus latéraux ou *tæniæ tectæ* du corps calleux (sl, fig. 129), qui se continuent en arrière avec le corps godronné correspondant. Ces deux sortes de tractus sont coupés par d'autres tractus transversaux qui glissent au-dessous d'eux et passent d'un hémisphère à l'autre : ce sont les *tractus transversaux*, qui s'enfoncent dans l'hémisphère en rayonnant, *couronne rayonnante du corps calleux* (m, fig. 129, et 3, fig. 131).

Cette face du corps calleux peut être aperçue en écartant les deux hémisphères l'un de l'autre ; — elle est en rapport avec le bord libre de la faux du cerveau, les artères calleuses, et bordée, à droite et à gauche, par la circonvolution du corps calleux, circonvolution de l'ourlet ou *gyrus fornicatus*, dont elle est séparée par le sinus du corps calleux.

2° **Extrémité antérieure** (fig. 128 et 133). — Repliée sur elle-même, l'extrémité antérieure du corps calleux forme une saillie arrondie, désignée sous le nom de *genou du corps calleux*, distante de 3 à 4 centimètres du sommet des lobes frontaux, et dont la concavité embrasse la cloison transparente et les corps striés, et ferme en avant les ventricules latéraux. Sa pointe se porte en bas et en arrière vers le chiasma des nerfs optiques, en s'amincissant progressivement et se termine par une extrémité étroite et mince qu'on



Fig. 128. — Coupe antéro-postérieure de l'encéphale (Foville).

1, bulbe rachidien ; 2, protubérance annulaire ; 3, pédoncule cérébral ; 4, cervelet ; 5, arbre de vie ; 6, valvule de Vieussens ; 7, quatrième ventricule ; 8, aqueduc de Sylvius ; 9, tubercules quadrijumeaux ; 10, glande pinéale ; 11, frein de la glande pinéale ; 12, couche optique ; 13, commissure grise ; 14, commissure blanche antérieure ; 15, commissure blanche postérieure ; 16, tubercule mamillaire ; 17, tuber cinereum, infundibulum et corps pituitaire ; 18, espace perforé interpédonculaire ; 19, nerf optique ; 20, nerf moteur oculaire commun ; 21, nerf olfactif ; 22, trou de Monro ; 23, voûte à trois piliers ; 24, septum lucidum ; 25, corps calleux ; 26, circonvolution de l'ourlet ; 27, circonvolutions antérieures de la face interne ; 28, groupe quadrilatère des circonvolutions de la face interne ; 29, circonvolutions postérieures de la face interne.

appelle le *bec* ou *rostre du corps calleux*. Ce bec se divise en deux cordons blancs qui vont constituer, avec les tractus longitudinaux, les *pédoncules du corps calleux* de Vicq-d'Azyr, *bandelettes diagonales* de P. Broca, qui se dirigent vers la substance perforée latérale. — Des angles antérieurs partent enfin deux prolongements courbes, *cornes frontales du corps calleux*, qui pénètrent dans l'épaisseur des lobes frontaux, où ils vont se perdre en contournant la partie antérieure des corps striés.

3° **Extrémité postérieure** (fig. 128 et 133). — Replié sur lui-même en arrière, le corps calleux forme un bord épais, *bourrelet du corps calleux*, *splénium* (9, fig. 133), distant du sommet des lobes occipitaux d'à peu près 5 centimètres. — En suivant, de haut en bas et d'arrière en avant, le contour de ce bourrelet, l'on arrive dans le troisième ventricule. Latéralement, l'extrémité postérieure du corps calleux se prolonge en deux feuillets qui recouvrent la corne occipitale (*forceps major* de Reil) et la corne sphénoïdale (*tapetum* de Reil) du ventricule latéral (m', fig. 129).

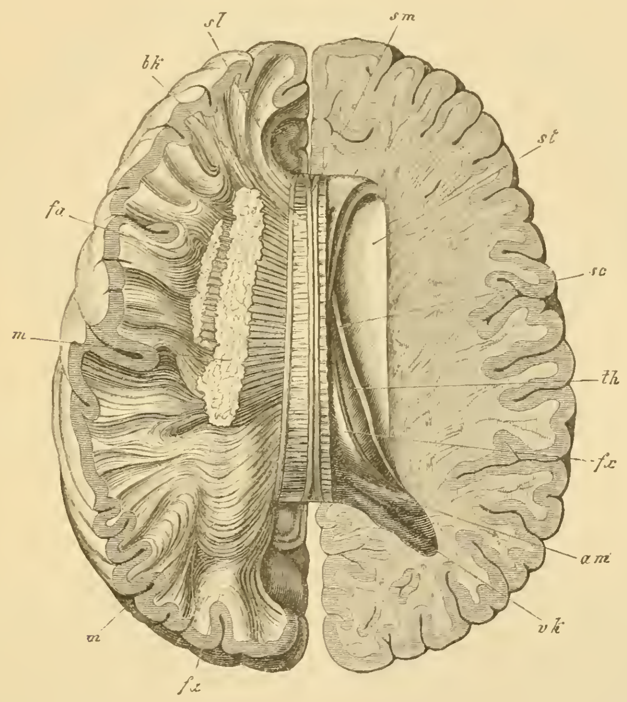


Fig. 129. — Corps calleux et ventricules latéraux. — A gauche le corps calleux est coupé à son entrée dans le corps ou centre ovale de l'hémisphère, à droite il a été enlevé pour mettre à jour la cavité du ventricule latéral.

bk, corps calleux ; sm, strie médiane longitudinale du corps calleux ; sl, strie longitudinale latérale ou tœnia tecta ; m, entrecroisement des fibres du corps calleux et de celles de la couronne rayonnante de Reil ; m', partie postérieure irradiée du corps calleux (tapis) ; fa, fibres arciformes ; st, corps strié ; sc, stria cornea ; th, couche optique ; fx, voûte ; am, corne d'Ammon ; vk, ergot de Morand.

4° **Bords latéraux.** — Le corps calleux n'a que des bords latéraux fictifs, car ses fibres se continuent latéralement avec celles des hémisphères. (Voy. fig. 129 et 131.) — Néanmoins, la coupe de Foville démontre que de chaque côté, les fibres du corps calleux se coudent suivant une ligne antéro-postérieure, *bourrelet latéral*, pour s'épanouir en gerbe et rayonner de là, en bas et en dehors, dans l'épaisseur des hémisphères.

3° **Face inférieure.** — Pour voir cette face, il faut pénétrer dans les ventricules latéraux par leur plancher, car elle forme la voûte de ces ventricules. — Lisse et légèrement convexe sur le milieu, concave sur les côtés, elle se continue en arrière avec le trigone cérébral, qui s'en écarte en avant en se portant en bas. Libre en avant, elle donne insertion sur la ligne médiane à la cloison transparente (Voy. fig. 132).

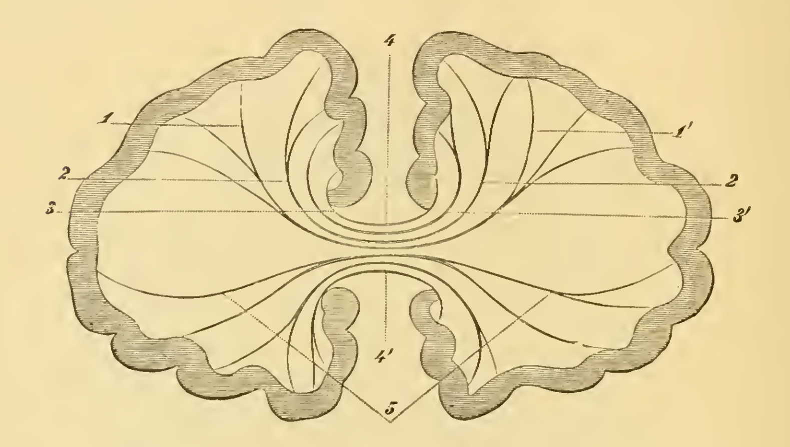


Fig. 130. — Schéma des fibres commissurantes des régions antérieures du cerveau (Luys).

1 et 1', 2 et 2', 3 et 3' fibres commissurantes des régions supérieures, formant en 4 et 4' le corps calleux ; 5, fibres commissurantes des régions inférieures.

Le corps calleux est composé de fibres blanches transversales, qui passent en rayonnant dans le centre ovale et vont se rendre aux points homologues de l'écorce des deux hémisphères (fig. 130). — Le corps calleux forme donc une large commissure entre les deux cerveaux, dont il assure la synergie d'action et peut-être la suppléance.

D'après Luys, les nerfs de Lancisi iraient du corps godronné à un noyau gris qui existe sur les côtés de la région inférieure de la cloison transparente ; Meynert et Huguenin les font partir de la substance blanche qui recouvre la circonvolution de l'hippocampe pour les faire aboutir à la partie antérieure de l'écorce de la circonvolution du corps calleux : les nerfs de Lancisi seraient donc des commissures unissant cette dernière circonvolution à la circonvolution du grand hippocampe. Giacomini, enfin, estime qu'ils partent en arrière du corps godronné, comme les tractus latéraux, et qu'ils se terminent en avant dans les pédoncules du corps calleux, opinion qui me paraît la plus exacte.

Il résulte de tout cela que les tractus longitudinaux du corps calleux appartiennent au système olfactif et qu'ils ne sont que les débris de la circonvolution annulaire qui, chez les Osmatiques, unit la pointe du lobe temporal à l'extrémité frontale du lobe du corps calleux. On peut les isoler dans les durcissements du cerveau, et dans les cas où le corps calleux manquait, on les a, le plus souvent, rencontrés intacts.

Rudimentaire chez les Mammifères inférieurs (Monotrèmes et Marsupiaux), le corps calleux est partout proportionnel au développement des hémisphères. Il apparaît, aussi bien chez l'embryon que chez les premiers Mammifères, d'abord en avant, puis s'étend progressivement en arrière, à mesure que l'hémisphère s'allonge et s'enroule sur lui-même pour atteindre et recouvrir le cervelet. On l'a vu manquer sans que rien n'ait pu trahir son absence pendant la vie, et Koranyi (*Arch. f. die gesammte Physiol.*, XLVII, p. 35, 1890), a montré qu'on pouvait le sectionner expérimentalement sans amener de troubles appréciables.

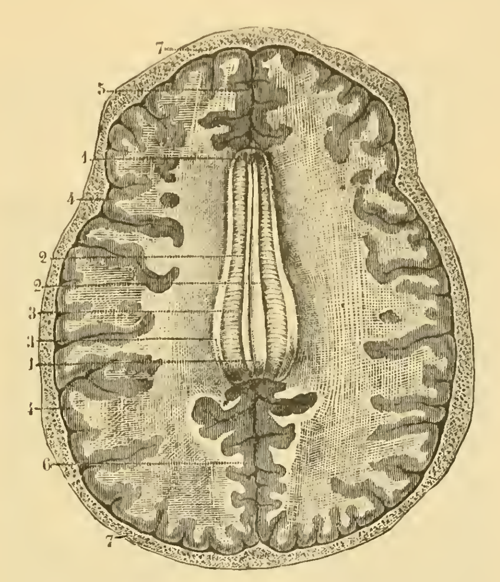


Fig. 131. — Coupe du centre ovale de Vieussens.

1, 1, sillon médian de la face supérieure du corps calleux ; 2, 2, tractus de Lancisi ; 3, faisceaux transversaux du corps calleux ; 3', section de la substance blanche ou médullaire au niveau du bord du corps calleux ; 4, 4, écorce grise des circonvolutions ; 5, partie antérieure de la grande scissure interhémisphérique ; 6, partie postérieure de la même scissure ; 7, coupe des parois du crâne.

Cependant, dans les cas les mieux observés, ceux de Biel, Poterin-Dumontel (*Soc. de Biol.*, 1862), Deny (*Iconogr. de la Salpétrière*, I, 1883, p. 101), les sujets ainsi malformés étaient imbéciles ou idiots.

R. Schrœder, à propos d'une observation d'un cas de brièveté anormal du corps calleux (*Allg. Zeitschr. f. Psych*, XLIV, 4 et 5, 1890), conclut même que cet arrêt de développement est proportionnel à l'arrêt du fonctionnement mental (imbécillité, idiotie).

2. — TRIGONE CÉRÉBRAL

Le *trigone cérébral* (CHAUSSIER), *voûte à trois piliers* (WINSLOW), *voûte à quatre piliers*, *fornix*, *bandelette géminée* (REIL), vu par sa face supérieure, se présente sous la forme d'une lame triangulaire (6, fig. 132), dont la base, tournée en arrière, adhère à la face inférieure du corps calleux, tandis que son sommet se sépare du corps calleux en se portant en bas et en avant jusqu'à l'extrémité antérieure du troisième ventricule, où il se recourbe brusquement en bas, en circonscrivant l'extrémité antérieure des couches optiques (f. et ra, fig. 45). Vu

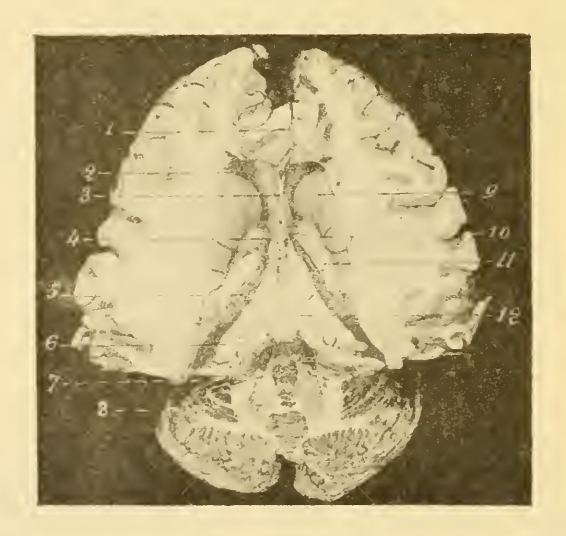


Fig. 132. — Cavités des ventricules latéraux et trigone cérébral vu par sa face supérieure (photogravure).

1, corps calleux coupé en travers et rabattu en avant; 2, corne frontale du ventricule latéral; 3, septum lucidum percé de son ventricule; 4, trou de Monro dans lequel s'engage le sommet des plexus choroïdes; 5, plexus choroïdes des ventricules latéraux; 6, face supérieure du trigone; 7, cavité du 4e ventricule; 8, corps denté du cervelet; 9, noyau caudé du corps strié; 10, sillon opto-strié avec les rameaux de la veine striée; 11, couche optique; 12, insertion du septum sur le trigone.

par sa face inférieure, il représente une voûte simple dans son milieu, bifide à ses deux extrémités. En réalité, il est formé par deux bandelettes à direction antéro-postérieure (bandelette géminée), qui divergent l'une de l'autre en avant et en arrière et constituent deux piliers antérieurs et deux piliers postérieurs (voûte à quatre piliers). D'une manière générale, la voûte à quatre piliers repose

latéralement sur les couches optiques et forme la paroi supérieure du ventricule moyen. Dans l'espace angulaire ouvert en avant que l'on voit entre elle et le corps calleux, est placé de champ le septum lucidum (24, fig. 128). Le trigone présente deux faces, trois bords et quatre angles ou piliers.

Face supérieure. — Légèrement convexe, elle répond, en arrière, au corps calleux, avec lequel elle se confond ; en avant, sur la ligne médiane, au septum lucidum auquel elle donne insertion ; latéralement elle fait partie du plancher des ventricules latéraux.



Fig. 133. — Coupe sagittale de l'encéphale passant un peu sur le côté pour l'isthme et les corps opto-striés.

1, olive du bulbe ; 2, protubérance annulaire ; 3, locus niger du pédoncule cérébral ; 4, chiasma optique ; 5, commissure blanche antérieure ; 6, cavité du ventricule latéral gauche ; 7, tête du noyau caudé ; 8, capsule interne ; 9, bourrelet du corps calleux ; 10, couche optique ; 11, pilier postérieur du trigone ; 12, pulvinar ; 13, tubercules quadrijumeaux ; 14, corps denté du cervelet ; 15, soie de porc qui passe dans le 4e ventricule, traverse l'aqueduc de Sylvius et sort par l'anus.

Face inférieure. — Elle recouvre le troisième ventricule dont elle forme la voûte et se trouve en contact avec la toile choroïdienne, avec laquelle elle est unie par un tissu cellulaire lâche et par quelques vaisseaux. De chaque côté, elle repose simplement sur la face supérieure des couches optiques (3, fig. 133). Un sillon médian, répondant à l'union des deux bandelettes dont est formé le trigone, la parcourt dans toute son étendue.

Bords latéraux. — Minces et légèrement concaves, ces bords sont appliqués sur les couches optiques par l'intermédiaire de la toile choroïdienne et longés par les plexus choroïdes (9, fig. 133) qui les recouvrent un peu, et auxquels ils adhèrent par les vaisseaux qu'ils reçoivent de ces plexus. En avant et en arrière, ils se continuent avec les piliers de la voûte.

Bord postérieur ou base du trigone. — La base du trigone est sous-jacente au bourrelet du corps calleux. A ce niveau, les deux rubans de la bandelette géminée s'écartent l'un de l'autre et plongent dans la corne sphénoïdale des

ventricules latéraux (13, fig. 134), laissant ainsi à découvert la face inférieure du corps calleux dans un espace triangulaire, remarquable à cause de la direction transversale des fibres blanches, qui tombent perpendiculairement, à droite et à gauche, sur les fibres longitudinales des piliers postérieurs à leur origine. Ces fibres blanches transversales, qui comblent l'angle de séparation des piliers postérieurs, forment la *lyre de David*, *psalterium* ou *corps psalloïde* (10, fig. 134), que Gall, Luys, Owen, Huguenin considèrent comme une commissure entre les deux moitiés de la voûte ; cependant, comme la lyre manque toujours quand manque le corps calleux, malgré l'intégrité du trigone, peut-être serait-il plus rationnel de considérer la lyre ou triangle sous-calleux comme une dépendance du splénium du corps calleux.

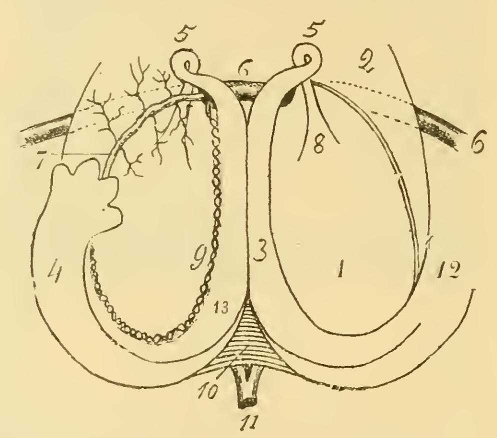


Fig 134. — Schème du trigone cérébral.

1, couche optique ; 2, noyau caudé ; 3, bandelette géminée ; 4, corne d'Ammon ; 5, 5, tubercules mamillaires ; 6, 6, commissure blanche antérieure ; 7, veine striée ; 8, faisceau de Vicq-d'Azyr ; 9, plexus choroïdes ; 10, lyre ; 11, veine de Galien ; 12, tœnia semi-circulaire ; 13, corps bordant.

Piliers postérieurs de la voûte. — Les piliers postérieurs (1, fig. 134, et 6, fig. 135) de la voûte se portent obliquement en bas, en dehors et en arrière, en suivant la direction même du prolongement sphénoïdal du ventricule latéral dans lequel ils s'engagent. — Chacun d'eux se divise en deux parties : l'une, externe, qui va se confondre avec l'écorce blanche (alveus) de la corne d'Ammon ; l'autre, interne, qui contourne l'extrémité postérieure de la couche optique, suit le bord concave de la corne d'Ammon et se termine en pointe dans le crochet de l'hippocampe ; c'est le *corps bordé*, *corps bordant*, *corpus fimbriatum* ou *corps frangé*.

Piliers antérieurs et sommet de la voûte. — En avant, les deux bandelettes de la voûte semblent se confondre et former ce que l'on appelait autrefois le *sommet de la voûte*, qui serait venu se confondre avec la commissure antérieure (Vieussens, Tarin, Lieutaud, etc.). — Mais, depuis

Santorini et Gunz, nous savons que ces bandelettes s'écartent l'une de l'autre, en avant comme en arrière, pour former deux piliers, *piliers antérieurs du trigone* (cc, fig. 138), qu'on peut suivre jusqu'aux tubercules mamillaires, que Gunz a justement appelés *bulbi fornicis*, et même jusque dans la profondeur des couches optiques (Vicq-d'Azyr).

Le sommet du trigone se bifurque donc pour former les piliers antérieurs qui se séparent à angle aigu, se portent en bas, et contournent la partie antérieure de la couche optique correspondante en interceptant entre eux et les couches optiques, deux ouvertures appelées *trous de Monro*, qui font communiquer le ventricule moyen avec les ventricules latéraux (22, fig. 128, et 4, fig. 134). — Puis, quand ils ont contourné la couche optique, ils s'infléchissent en bas, et en arrière, passent en arrière de la commissure blanche antérieure avec laquelle ils limitent un petit entonnoir triangulaire appelé *vulve* (5', fig. 141), et, en passant à travers la substance grise du plancher du 3e ventricule où ils traversent le ganglion optique basal, gagnent les tubercules mamillaires. — Là, pour la plupart des auteurs, de Vicq-d'Azyr à Meynert, ils subissent un double mouvement de torsion et de réflexion autour du noyau gris des tubercules mamillaires ; en un mot, ils décrivent autour de ce noyau une sorte de boucle en 8 de chiffre (5, fig. 134 et 4, fig. 150), qui forme l'écorce blanche de ces tubercules, et se portent, en haut et en dehors *(faisceau de Vicq-d'Azir)*, vers la couche optique dans laquelle (8, fig. 134) ils pénètrent par la face interne et vont se perdre dans son tubercule antérieur.

Chemin faisant, ces piliers reçoivent des fibres de renforcement, qui viennent : 1° de la cloison transparente; 2° des pédoncules antérieurs de la glande pinéale.

Gudden, J. Honegger, etc., contrairement à l'opinion classique, ne pensent pas que le *faisceau de Vicq-d'Azyr* soit la continuation du pilier antérieur du trigone, qui se continuerait par un trajet ascendant après sa réflexion autour du noyau du tubercule mamillaire ; mais ils croient, en se basant sur des données expérimentales et pathologiques, que le pilier antérieur du trigone et le faisceau de Vicq-d'Azyr sont indépendants l'un de l'autre et vont l'un et l'autre se terminer dans le noyau des tubercules maxillaires.

En effet, la section expérimentale du trigone ou de la corne d'Ammon, aussi bien que les lésions pathologiques de la circonvolution de l'hippocampe, si elles entraînent l'atrophie de la partie correspondante du trigone, de son pilier antérieur et de l'écorce du tubercule mamillaire,laissent intact le faisceau de Vicq-d'Azyr, qui ne serait plus dès lors un faisceau réfléchi et ascendant, mais un faisceau descendant venant de la couche optique.

Le trigone est considéré comme constitué par les fibres de la circonvolution de l'hippocampe, qui, en suivant ce trajet détourné, vont se relier aux noyaux des couches optiques. Peu développé chez les Singes et chez l'Homme, il l'est bien davantage chez les Mammifères osmatiques. C'est dire encore qu'il fait partie de l'appareil olfactif. En effet, il unit l'écorce de la corne d'Ammon à la couche optique. Le trigone appartient donc au système des commissures longitudinales unilatérales.

3. — CLOISON TRANSPARENTE

La *cloison transparente* ou *septum lucidum* (24, fig. 128; 3, fig. 132; 4, fig. 135) est une lame triangulaire, à bords curvilignes, tendue verticalement entre les parties antérieures des deux ventricules latéraux qu'elle sépare l'un de l'autre. — Elle présente *deux faces latérales, deux bords*, une *base* et un *sommet*.

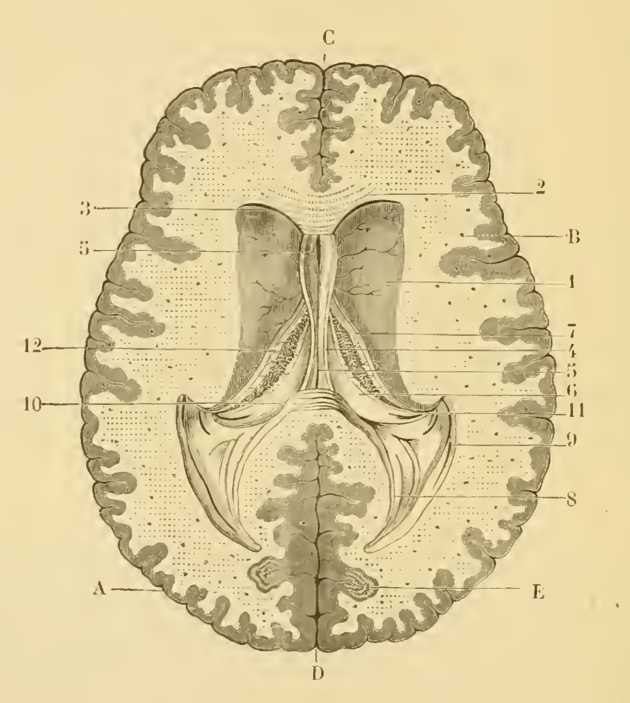


Fig. 135. — Cinquième ventricule et partie supérieure des ventricules latéraux (D'après Vicq d'Azyr).

A, substance corticale; B, substance blanche ou médullaire sur laquelle on voit de petits points correspondant aux vaisseaux du cerveau coupés dans la préparation; C, sillon qui sépare les lobes antérieurs du cerveau; D, sillon qui sépare les lobes postérieurs; E, lamelles blanches et grises qui entrent dans la structure des circonvolutions: 1, corps striés sur lesquels on voit de petites veines qui passent sous le *tænia semi-circularis*; 2, fibres transversales appartenant au corps calleux; 3, prolongements antérieurs des ventricules latéraux; 4, parois écartées du *septum lucidum*; 5, 5, espace compris entre les deux lames du *septum lucidum* ou cavité du cinquième ventricule, dont on ne voit que la moitié inférieure; 6, pilier postérieur de la voûte à trois piliers; 7, lame cornée; 8, ergot de Morand; 9, cavité digitale ou ancyroïde; 10, coupe du bourrelet du corps calleux; 11, extrémité supérieure de la corne d'Ammon; 12, plexus choroïde.

Ses *faces* sont verticales et lisses, tapissées par la membrane ventriculaire. — Son *bord supérieur*, convexe et le plus long des trois, s'unit à

la partie médiane de la face inférieure du corps calleux. — Son *bord inférieur*, concave, se fixe sur la face supérieure du trigone cérébral. — Sa *base* ou *bord antérieur* adhère à la portion réfléchie ou concavité du genou du corps calleux. Son *sommet* s'effile et se termine au point où le trigone et le corps calleux se touchent.

Le *pied* du septum a été décrit depuis Vicq-d'Azyr sous le nom de pédoncule du corps calleux. Il forme la bandelette diagonale (Brissaud).

La cloison transparente est formée de deux lames juxtaposées (4, fig. 135), qui interceptent entre elles un petit espace dans lequel on trouve une très petite quantité de sérosité : cette cavité, c'est le *ventricule de la cloison*, le *cinquième ventricule* de Cuvier (5, fig. 135), que l'on voit en enlevant d'un coup de ciseaux la partie médiane du corps calleux.

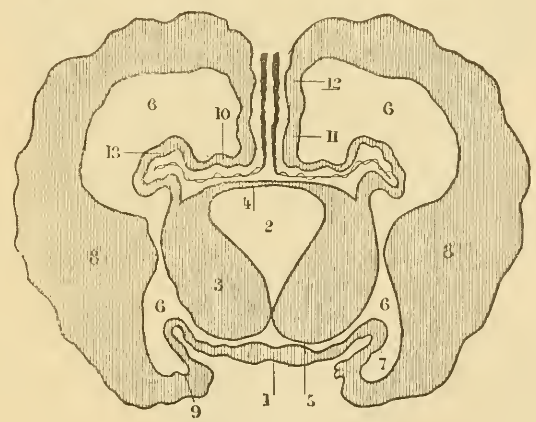


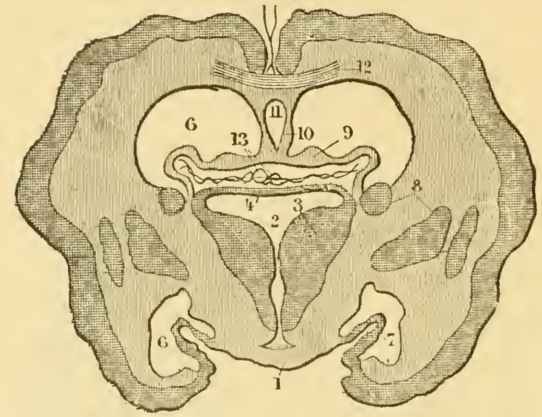
Fig. 136. — Coupe frontale à demi-schématique du cerveau d'un embryon de 3 mois (D'après Mathias Duval).

1, paroi inférieure de la vésicule des couches optiques ; 2, cavité de la vésicule des couches optiques (ventricule moyen) ; 3, ses parois (couches optiques) ; 4, paroi supérieure de la vésicule des couches optiques ; 5, fente de Monro ; 6, 6, cavité des vésicules des hémisphères (ventricules latéraux) ; 7, refoulement de la paroi interne de la vésicule des hémisphères au niveau de la corne sphénoïdale ; 8, ébauche du corps strié (épaississement de la paroi de la vésicule des hémisphères) ; 9, ébauche de la corne d'Ammon ; 10, voûte ; 11, région du septum ; 12, région du corps calleux ; 13, refoulement de la paroi interne des hémisphères par la pie-mère (fente choroïdienne).

On a admis une communication entre le ventricule de la cloison et la cavité du troisième ventricule au niveau de la dépression vulvaire (Vieussens, Winslow, Tarin, Tiedemann, etc.), mais cette communication n'existe pas. Nous verrons plus tard, en effet, que le ventricule de la cloison ne saurait être assimilé aux autres cavités ventriculaires du cerveau.

Entre le corps calleux et le trigone il existe souvent une petite cavité, *ventricule de Verga*, qui communique parfois par un étroit conduit, *aqueduc de Verga*, avec le ventricule de la cloison (Tenchini).

Le septum existe chez tous les Mammifères. On le voit aussi chez d'autres Vertébrés, notamment les Oiseaux, mais comme ceux-ci n'ont pas de corps calleux, la fente entre les lames n'est pas close et il n'y a pas de ventricule de la cloison. C'est la disposition qu'on rencontre chez l'homme lorsque le corps calleux vient à faire défaut. Le septum, en effet, résulte de l'adossement des parois des deux vésicules hémisphériques, entre lesquelles persiste un reste de la fente primitive ou scissure inter-hémisphérique, le ventricule de la cloison, après la formation du corps calleux d'une part, et la soudure de la paroi interne des hémisphères entre les deux cornes frontales des ventricules latéraux, d'autre part.



137. — Coupe frontale à demi-schématique du cerveau d'un embryon humain de 4 mois (d'après Mathias Duval).

1, paroi inférieure de la vésicule des couches optiques; 2, cavité de cette vésicule (ventricule moyen); 3, couches optiques; 4, voûte du 3e ventricule; 6, ventricules latéraux; 7, corne d'Ammon; 8, corps strié; 9, trigone cérébral; 10, septum lucidum; 11, sa cavité; 12, corps calleux; 13, toile choroïdienne du 3e ventricule et plexus choroïdes des ventricules latéraux.

De cette origine découle la structure de la cloison transparente. Comme cette cloison n'est autre chose qu'une portion enclavée, isolée de l'écorce du cerveau, les lames qui limitent le ventricule de la cloison, autrement dit, les parois du septum, sont constituées par les mêmes parties qui composent l'écorce des hémisphères. En effet, l'une et l'autre des deux lames du septum sont constituées de dedans en dehors, c'est-à-dire du ventricule de la cloison vers le ventricule latéral par : 1° une couche de substance grise dérivant de la couche grise de l'écorce ; 2° une couche de substance blanche dérivant du centre ovale. En outre, un double revêtement complète l'analogie. C'est en dedans un revêtement de tissu conjonctif représentant la pie-mère, et en dehors, du côté de la cavité du ventricule latéral, un revêtement épithélial appartenant à la membrane épendymaire. Le ventricule de la cloison (5e ventricule) se développant corrélativement avec le corps calleux et le trigone, n'est donc pas homologue aux autres ventricules. Il a une signification morphologique toute différente, que la lecture des figures 136 et 137 fera facilement comprendre.

§ IV. — Ventricule moyen ou 3e ventricule.

Le *troisième ventricule, ventricule moyen* ou *ventricule commun* de Vésale (12, fig. 139, 21, fig. 140, 5, fig. 141), est une petite cavité en forme d'entonnoir aplati latéralement placé entre les deux couches optiques représentant la partie centrale de la cavité de la vésicule cérébrale antérieure qui s'est considérablement rétrécie par suite du grand épaississement de ses parois latérales sous la forme des deux couches optiques. Dirigé très obliquement de haut en bas et d'arrière en avant, son sommet répond au tuber cinereum et sa base à la toile choroïdienne. Il communique en avant avec les ventricules latéraux par les trous de Monro (6, 6, fig. 144), en arrière avec le quatrième ventricule par l'aqueduc de Sylvius (F, fig. 140).

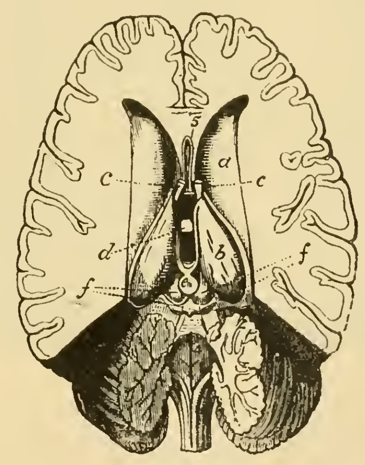


Fig. 138. — Troisième et quatrième ventricules, mis à nu en enlevant la toile choroïdienne après section horizontale du cerveau et du cervelet.

a, corps strié (noyau caudé); b, couche optique, et entre les deux la bandelette cornée; c, c, piliers antérieurs du trigone; d, commissure moyenne; e, glande pinéale avec ses rênes; f, f, tubercules quadrijumeaux; 4, quatrième ventricule au-dessus duquel on aperçoit la valvule de Vieussens; 5, septum lucidum et ventricule de la cloison.

On lui considère une *paroi supérieure* ou *base*, un *sommet*, *deux parois latérales*, un *bord antérieur* et un *bord postérieur*.

Base du troisième ventricule. — Elle répond à la toile choroïdienne et au trigone qui s'étend au-dessus; elle est limitée de chaque côté par les pédoncules antérieurs (*habénæ*) de la glande pinéale qui séparent la face supérieure de la face interne de la couche optique. En réalité, elle est constituée par une toile épithéliale qui en forme le plafond, *membrane du toit*, constituée par l'épendyme et qui double la toile choroïde et adhère de chaque côté à

l'angle supéro-interne des couches optiques (*tæniæ ventriculi tertii*), en se continuant avec la membrane ventriculaire, comme nous l'apprend le développement du cerveau.

Sommet du troisième ventricule. — Le sommet ou plancher du troisième ventricule, encore appelé *infundibulum*, répond au *tuber cinereum* et à la tige pituitaire qui, en réalité, n'est que le reste de l'évagination inférieure de la vésicule cérébrale intermédiaire, *hypophyse*, et en continuité directe avec le lobe postérieur de la glande pituitaire. Cette tige peut exceptionnellement rester creuse chez l'adulte, et alors elle est tapissée d'un épithélium cylindrique à cils vibratiles. (LUSCHKA). La paroi antérieure de l'infundibulum représente la *lame terminale* de la vésicule cérébrale antérieure de l'embryon.

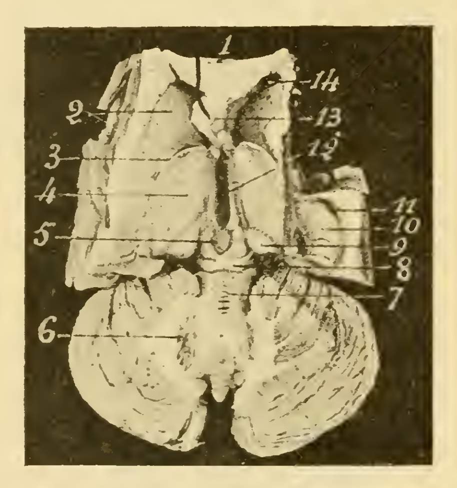


Fig. 139. Isthme de l'encéphale, 3e ventricule et corps opto-striés vus par leur face supérieure. (Le cervelet a subi une coupe horizontale).

1, genou du corps calleux; 2, noyau caudé; 3, tœnia semi-circulaire; 4, couche optique; 5, glande pinéale; 6, corps denté du cervelet; 7, valvule de Vieussens; 8, tubercules quadrijumeaux; 9, pulvinar de la couche optique; 10, corne d'Ammon sur le plancher du ventricule latéral mis à découvert; 11, cavité de la corne sphénoïdale du ventricule latéral; 12, ventricule moyen; 13, piliers antérieurs de la voûte et cloison transparente; 14, corne frontale du ventricule latéral (Photogravure).

Parois latérales. — Les parois latérales du ventricule moyen sont parcourues de chaque côté par l'habénule (frein) de la glande pinéale qui partage la paroi du ventricule moyen en deux étages, l'un supérieur, l'autre inférieur. L'étage supérieur appartient aux couches optiques et se trouve revêtu d'une couche blanche appartenant au stratum zonale; l'étage inférieur, au contraire, est formé d'une lame de substance grise, se continuant en bas avec la substance grise du tuber cinereum et la lamelle sus-optique.

L'étage inférieur est limité en bas par le *sillon de Monro* (14, fig. 150) qui s'étend de l'anus au trou de Monro.

Les deux parois latérales du ventricule moyen qui sont formées en grande partie par la face interne des deux couches optiques sont réunies l'une à l'autre vers leur partie centrale par un pont transversal, quadrilatère ou triangulaire (Henle, Schwalbe) de substance grise, *commissure médiane*, *commissure molle* ou *commissure grise* du cerveau (22, fig. 140, d, fig. 138, et 10, fig. 141). On a vu cette commissure double ; par contre, elle peut faire défaut (Wenzel, Meckel, Longet, etc.).

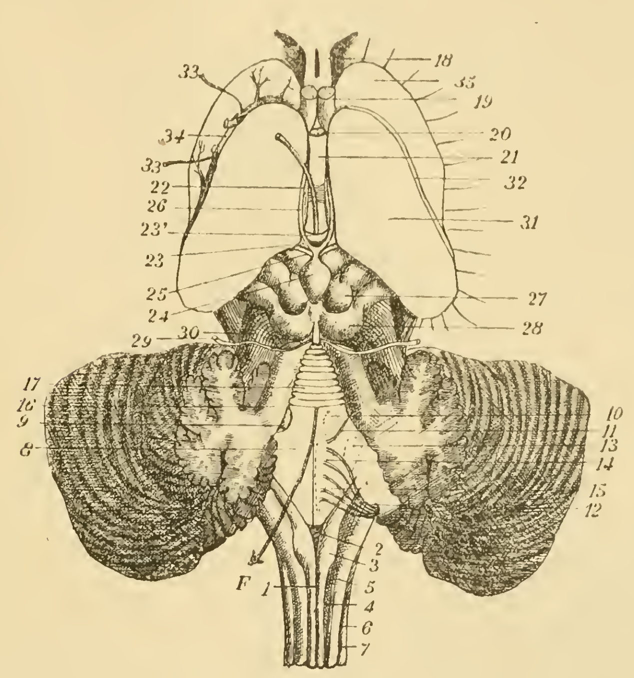


Fig. 140. — Isthme de l'encéphale vu par sa face supérieure, 3e et 4e ventricule, corps opto-striés.

1, sillon médian postérieur de la moelle épinière ; 2, verrou ; 3, pyramide postérieure du bulbe ; 4, sillon intermédiaire postérieur ; 5, faisceau de Burdach ; 6, sillon collatéral postérieur ; 7, cordon latéral ; 8, plancher du 4e ventricule ; 9, fovea anterior ; 10, locus ceruleus ; 11, baguette harmonique ; 12, barbes du calamus ; 13, aile blanche externe ; 14, aile blanche interne ; 15, aile grise, cendrée ou intermédiaire ; 16, pédoncule cérébelleux supérieur ; 17, valvule de Vieussens ; 18, cloison transparente percée de son ventricule ; 19, piliers antérieurs du trigone sectionnés et rabattus en avant ; 20, commissure blanche antérieure ; 21, cavité du 3e ventricule ; 22, commissure grise ou moyenne ; 23, triangle de l'habénule ; 23' commissure blanche postérieure ; 24, glande pinéale ; 25, piliers postérieurs de la gl. pinéale ; 26, freins de la gl. pinéale ; 27, tubercules quadrijumeaux antérieurs ; 28, tubercules quadrijumeaux postérieurs ; 29, nerf pathétique ; 30, ruban de Reil ; 31, couche optique ; 32, bandelette cornée ; 33, veine striée ; 34, tœnia semi-circulaire ; 35, noyau caudé ; F, flèche qui traverse l'aqueduc de Sylvius.

La commissure grise est absente 6 à 7 fois sur 100 (Tenchini) ; elle peut être double (Tenchini, Viller, etc.). Chez les Mammifères elle n'existe pas, mais elle est remplacée par la soudure des couches optiques. Aussi, eu égard à cette disposition et à sa structure

qui ne contient que du tissu névroglique, a-t-on fait de la commissure grise une formation à caractère atavique (Voy. F. M. R. Viller, *Rech. anat. sur la commissure grise* (Thèse de Nancy, 1887, et Tenchini, *Ateneo medico parmense*, 1887).

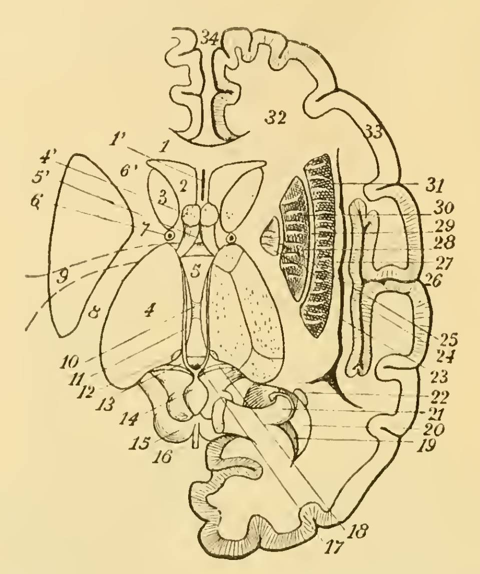


Fig. 141. — Coupe horizontale du cerveau : 3e ventricule, commissure blanche antérieure.

1, genou du corps calleux ; 1', cloison transparente ; 2, ventricule latéral ; 3, tête du noyau caudé ; 4, couche optique ; 4', pilier antérieur du trigone ; 5, ventricule moyen ; 5' vulve ; 6, veine; striée ; 6', bras antérieur, 7, genou, et 8, bras postérieur de la capsule interne ; 9, commissure blanche passant sous le noyau lenticulaire ; 10, commissure grise ; 11, freins de la glande pinéale ; 12, noyau de l'habénule ; 13, triangle de l'habénule ; 14, glande pinéale ; 15, tubercules quadrijumeaux postérieurs ; 16, frein de la valvule de Vieussens ; 17, commissure bl. postérieure ; 18, pédoncules postérieurs de la gl. pinéale ; 19, ergot de Morand ; 20, corne sphénoïdale du ventricule latéral ; 21, corne d'Ammon ; 22, queue du noyau caudé ; 23, avant-mur ; 24, globule pâle ; 25, cloison interne du noyau lenticulaire ; 26, insula de Reil ; 27, capsule externe ; 28, segment intermédiaire du noyau lenticulaire ; 29, cloison externe du noyau lenticulaire ; 30, fibres blanches traversant les segments du noyau lenticulaire ; 31, segment externe du noyau lenticulaire (putamen) ; 32, centre ovale ; 33, écorce grise ; 34, grande fente interhémisphérique.

Bord antérieur. — Il représente une ligne brisée, formée successivement de trois étages qui sont de haut en bas : les piliers antérieurs du trigone et la commissure blanche antérieure, la lame grise des nerfs optiques (*lamina terminalis*) qui s'étend du bec du corps calleux et de la commissure blanche antérieure au bord antérieur du chiasma optique, le chiasma optique et la partie antérieure du tuber cinereum. Entre le chiasma et la lame sus-optique existe un petit cul-de-sac appelé *recessus opticus* (10, fig. 143) qui n'est qu'un reste de la fente qui, du cerveau intermédiaire, se prolonge dans le pédoncule optique (Mihalkowicz).

La *commissure blanche antérieure* (20, fig. 140, 9, fig. 141, 13, fig. 146) est un cordon blanc cylindrique de six à huit centimètres de long, étendu transversale-

ment d'un hémisphère à l'autre. Sa partie moyenne, saillante dans le troisième ventricule, répond en arrière à l'angle de séparation des piliers antérieurs du trigone et limite avec eux une dépression triangulaire à base inférieure, la *dépression vulvaire* ou *vulve*, point au niveau duquel les anciens anatomistes, par erreur, établissaient une communication entre le troisième ventricule et le ventricule de la cloison (5', fig. 141). — En se portant en dehors, elle décrit une courbe en fer à cheval, qui suit un trajet à peu près parallèle à la bandelette optique. Dans ce trajet, elle traverse d'abord la tête du noyau caudé vers sa partie inférieure, puis elle passe de chaque côté sous le noyau lenticulaire du corps strié et s'étend en rayonnant en éventail jusqu'à la pointe du lobe sphénoïdal où elle se termine en des points correspondants aux extrémités des cornes antérieures du corps calleux. En passant sous le noyau lenticulaire, elle détermine une empreinte en demi gouttière à laquelle Gratiolet a donné le nom de *canal de la commissure antérieure*. — Les fibres de la commissure blanche antérieure vont se terminer dans les circonvolutions temporales et les lobules fusiforme et linguiforme. La commissure blanche joue donc par rapport aux circonvolutions temporales des deux hémisphères le rôle que joue le corps calleux par rapport aux circonvolutions de la partie supérieure des mêmes hémisphères. Mais, outre ces fibres commissurales hémisphériques, la commissure antérieure contient des fibres olfactives.

Ces fibres olfactives sont de deux ordres : les unes, *fibres transversales* simples, réunissent l'un à l'autre les deux lobes olfactifs (bulbes olfactifs chez l'homme) ; les autres, *fibres entre-croisées*, se rendent d'un lobe olfactif au lobe temporal du côté opposé, et constituent un véritable *chiasma olfactif* analogue au chiasma optique. Ces fibres croisées proviennent de la racine moyenne du nerf olfactif, qui s'unit au tubercule olfactif situé dans la paroi de l'espace perforé latéral, puis pénètre dans la tête du noyau caudé pour gagner la commissure antérieure. Cette décussation partielle des fibres olfactives dans la commissure explique les faits d'anosmie unilatérale et croisée, qui surviennent en conséquence d'une lésion unilatérale siégeant dans l'hémisphère cérébral du côté opposé.

Chez l'homme, la commissure antérieure varie beaucoup de volume selon les sujets ; chez lui comme chez les animaux anosmatiques, elle est surtout une commissure inter-hémisphérique qui unit les deux lobules linguiformes des hémisphères (Popoff).

Au contraire, chez les osmatiques, c'est surtout une commissure olfactive. Aussi la commissure antérieure est-elle particulièrement volumineuse chez ces derniers animaux.

Enfin, aux points de jonction des parois latérales et du bord antérieur du ventricule moyen, on voit deux orifices, *trous de Monro*, qui font communiquer les ventricules latéraux avec le troisième ventricule. Circonscrits, nous l'avons déjà dit, par les piliers antérieurs du trigone et l'extrémité antérieure des couches optiques, ces trous laissent passer les deux extrémités de la toile choroïdienne qui se réunissent aux plexus choroïdes (6, 6, fig. 144).

Les ventricules cérébraux ne communiquent entre eux que par les trous de Monro, et avec l'espace sous-arachnoïdien que par le trou de Magendie, les trous de Luschka et la fente de Bichat. Mais partout la paroi ventriculaire est continue, réduite il est vrai en partie à l'épithélium épendymaire.

Bord postérieur. — Le bord postérieur du ventricule moyen, oblique en bas et en avant, présente de haut en bas : 1° la base de la glande pinéale avec ses pédoncules moyens ; 2° un cordon blanc transversal, la *commissure blanche postérieure*, qui se perd de chaque côté dans l'épaisseur des couches optiques ; 3° une dépression au fond de laquelle on voit l'ouverture antérieure de l'aqueduc de Sylvius auquel les anciens anatomistes ont donné le nom d'*anus* (15, fig. 143) par opposition au prétendu orifice vulvaire placé en face ; — 4° une partie blanche formée par le pont de Varole ; — 5° la lame perforée interpédonculaire ; — 6° la base des tubercules mamillaires ; — 7° la partie postérieure du tuber cinereum.

La *commissure blanche postérieure* (17, fig. 141) ne paraît pas être, comme on le croyait encore naguère, une commissure interhémisphérique. Il résulte en effet des recherches de Paulowsky (1874) et de Darkschewitsch (1885) que le faisceau en question est essentiellement constitué par des fibres qui partent de différents points de l'hémisphère, se ramassent en un cordon blanc arrondi (commissure blanche postérieure) en s'entrecroisant en même temps avec leurs homologues du côté opposé, et descendent ensuite dans la calotte du pédoncule où elles vont se terminer dans le ruban de Reil, selon Paulowsky, et dans la bandelette longitudinale postérieure suivant Darkchewitsch, où elles entreraient en relation avec les noyaux des nerfs moteurs de l'œil, et en particulier le noyau accessoire de l'oculo-moteur commun ou *noyau de Darkschewitsch*. — Bechterew, à son tour, est parvenu en suivant le développement de la commissure, à la subdiviser en deux faisceaux, l'un *dorsal* qui se termine comme l'a indiqué Darkschewitsch, l'autre *ventral* qui irait se perdre dans la formation réticulaire du pédoncule.

Toute la substance grise du plancher et des parois latérales du troisième ventricule est issue de la base de la vésicule cérébrale intermédiaire.

5. — Ventricules latéraux

Les *ventricules latéraux*, *grands ventricules*, *ventricules supérieurs* (fig. 141 et 142) sont deux grandes cavités creusées dans les hémisphères du cerveau, séparés du ventricule moyen par le trigone, et celui du côté droit de celui du côté gauche par le septum lucidum, — mais communiquant néanmoins ensemble et par l'intermédiaire du troisième ventricule par les trous de Monro. Ils représentent le reste de la cavité des vésicules hémisphériques de l'embryon.

On peut les considérer comme formant un canal curviligne, *canal circum-pédonculaire*, qui embrasse les pédoncules cérébraux et les gros ganglions de la base du cerveau qui leur font suite, c'est-à-dire les corps opto-striés. Ils

sont limités par deux parois, l'une supérieure, l'autre inférieure ; deux bords, l'un interne, l'autre externe, et présentent trois prolongements, l'un antérieur, *corne frontale*, l'autre postérieur, *corne occipitale*, et le dernier inférieur, *corne sphénoïdale*. L'endroit où se rencontrent les trois cornes porte le nom de *portion commune*, ou de *carrefour du ventricule*. Il siège à la partie postérieure de la couche optique.

Paroi supérieure. — La paroi supérieure ou voûte des ventricules latéraux est formée par la face inférieure du corps calleux.

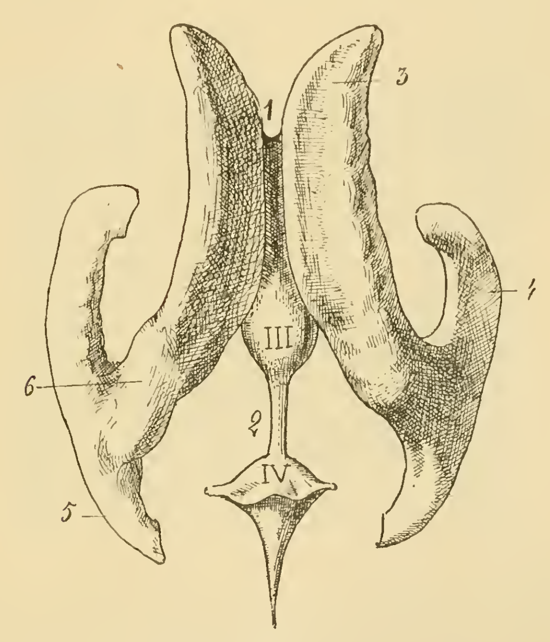


Fig. 142. — Moule des cavités ventriculaires obtenu en coulant du plâtre par le trou de Magendie (vu de face).

1, lame terminale (vulve) ; 2, aqueduc de Sylvius ; 3, corne frontale du ventricule latéral ; 4, corne sphénoïdale ou temporale ; 5, corne occipitale ; 6, carrefour du ventricule latéral ; III, ventricule moyen (3ᵉ ventricule) ; IV, quatrième ventricule.

Paroi inférieure. — La paroi inférieure ou plancher est essentiellement formée par les ganglions centraux des hémisphères cérébraux. On y trouve d'avant en arrière : 1° une saillie gris-rougeâtre antéro-externe en forme de virgule à grosse extrémité (tête), tournée en avant et dont la queue va en s'effilant vers le carrefour, *noyau caudé* ou *intra-ventriculaire du corps strié* (a, fig. 138, 2, fig. 139, 35, fig. 140) ; 2° une saillie blanchâtre triangulaire (b, fig. 138, 4, fig. 139, 31, fig. 140), *couche optique* (partie externe de la face supérieure seulement) qui présente en avant une sorte de petit mamelon, *corpus album subrotondum* (Vieussens) *tuberculum anterius* (Vicq-d'Azyr).

En dedans de la couche optique le plancher ventriculaire est constitué par la face supérieure du trigone cérébral.

Entre le corps strié et la couche optique existe un sillon oblique d'avant en arrière et de dedans en dehors et arqué sur lui-même, *sillon intermédiaire* ou *opto-strié*, qui loge un tractus blanchâtre d'une nature complexe. Il contient en allant de la superficie à la profondeur : 1° un petit ruban blanchâtre, *lame cornée, stria cornea* (32, fig. 140), formée par un épaississement de l'épithélium épendymaire doublé de quelques fibres nerveuses ; 2° la *veine du corps strié* (33, fig. 140), qui chemine au-dessous de la lame cornée, reçoit des affluents du corps strié et, finalement, traverse le trou de Monro pour se jeter dans les veines de Galien ; 3° un nouveau ruban blanchâtre, *bandelette semi-circulaire, tœnia semi-circularis* (34, fig. 140, 12, 22, fig. 150) qui, de l'extrémité antérieure de la couche optique, se porte vers l'extrémité antérieure de la corne sphénoïdale, après avoir embrassé, comme dans une demi-ceinture, le pied de la couronne rayonnante de Reil. Le tractus logé dans le sillon opto-strié doit être considéré comme un faisceau blanc qui contient dans son épaisseur la veine du corps strié.

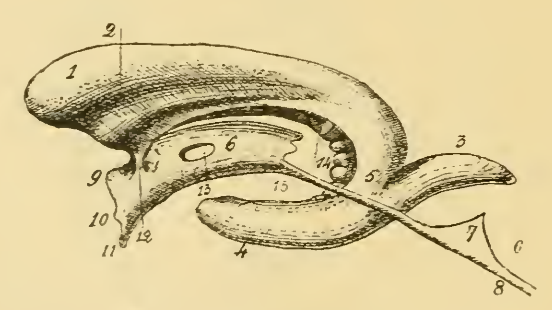


Fig. 143. — Moule des cavités ventriculaires (vu de côté).

1, corne frontale du ventricule latéral ; 2, empreinte du sillon opto-strié ; 3, corne occipitale ; 4, corne temporale ; 5, carrefour ventriculaire ; 6, ventricule moyen ; 7, quatrième ventricule ; 8, canal central de la moelle épinière ; 9, vulve ; 10, recessus opticus ; 11, infundibulum du 3° ventricule ; 12, trou de Monro ; 13, commissure moyenne ; 14, empreinte du corps godronné ; 15, anus.

Les fibres qui le composent naîtraient, selon Luys, du ganglion olfactif de la couche optique, et selon Meynert, de la tête du noyau caudé. — Schwalbe, au contraire, lui assigne pour origine le pilier du trigone et le fond de la partie antérieure de la corne frontale. — Ce qu'il y a de certain, c'est que le *tœnia semi-circularis* (12, 22, fig. 150) se recourbe en arrière avec la queue du noyau caudé, l'abandonne alors pour suivre le plafond de la corne sphénoïdale (9, fig. 146, B) et se termine dans le noyau amygdalien qui occupe l'extrémité du lobe temporal et n'est qu'une dépendance de la circonvolution de l'hippocampe.

Le tœnia semi-circulaire n'est donc qu'une voie d'irradiation cortico-optique propre au lobule de l'hippocampe, comme le trigone.

Sur le plancher du ventricule, nous trouvons encore, reposant sur la face supérieure de la couche optique, le bord externe du trigone et les plexus choroïdes du ventricule latéral qui s'étendent des trous de Monro jusque dans la corne sphénoïdale et ne sont qu'une expansion de la toile choroïdienne. — Ces plexus (9, fig. 141) pénètrent dans les ventricules

latéraux par la fente que forme le bord externe du trigone en venant s'appliquer sur la couche optique correspondante, mais il est à remarquer que la paroi ventriculaire ne présente pas de solution de continuité à ce niveau. — La fente que nous venons d'indiquer répond en effet à la scissure que le prolongement de la faux primitive se creuse sur la face interne des hémisphères, dont les parois sont refoulées ainsi et considérablement amincies (réduites à l'épithélium épendymaire), mais non détruites. — On comprend dès lors que les plexus choroïdes des ventricules latéraux qui ne sont qu'un lacis de capillaires pelotonnés et formant dans leur ensemble un tractus rougeâtre et granuleux, ne soient pas en réalité dans la cavité des ventricules bien qu'ils reposent sur leur plancher : ils sont seulement invaginés dans cette cavité dont les sépare une couche épithéliale de recouvrement de nature épendymaire, adhérente d'une part au bord externe du trigone et de l'autre à la couche optique près du sillon opto-strié.



Fig. 144. — Coupe sagittale médiane de l'encéphale (Photogravure).

1, chiasma optique et infundibulum ; 2, bandelette olfactive ; 3, tubercule mamillaire ; 4, commissure blanche antérieure ; 5, genou du corps calleux ; 6, 6, soie de porc qui passe à travers le trou de Monro ; 7, cavité du ventricule latéral gauche dans le fond duquel on voit le corps strié (noyau caudé) ; 8, voûte cérébrale ; 9, plexus choroïdes du ventricule latéral ; 10, couche optique ; 11, glande pinéale ; 12, bourrelet du corps calleux ; 13, scissure occipitale interne ; 14, tubercules quadrijumeaux ; 15, quatrième ventricule ; 16, cervelet ; 17, pont de Varole ; 18, bulbe rachidien.

Bord interne. — Il est formé en avant par le septum lucidum où il représente une véritable face, et en arrière par l'union sur la ligne médiane du corps calleux et du trigone.

Bord externe. — Il résulte de la rencontre et de l'union de la paroi supérieure (corps calleux) et de la paroi inférieure (fibres divergentes du corps strié).

Corne frontale. — Elle se présente sous la forme d'une dépression plus ou moins profonde selon les sujets, dépression formée par la concavité du genou du corps calleux qui circonscrit en avant la tête du noyau caudé (3, fig. 142 ; 1, fig. 143 ; 11, fig. 150). Elle s'abaisse en avant, et chez l'embryon elle communique avec la cavité du lobe olfactif.

Corne occipitale (1). — Le prolongement occipital, *corne occipitale, cavité digitale* ou *ancyroïde* (3, fig. 143; 5, fig. 142; 5, fig. 145; cp, fig. 148; 21, fig. 150) part de la cavité du ventricule latéral au niveau du bourrelet du corps calleux (angle postérieur du carrefour ventriculaire), et s'enfonce directement en arrière dans l'épaisseur du lobe occipital, sous la forme d'une cavité en doigt de gant légèrement courbée sur elle-même en dedans.

Ce prolongement représente une cavité prismatique et triangulaire. On lui décrit : une *face supéro-externe* formée par la partie postérieure de la corne occipitale du corps calleux ou *forceps major* ; une *face inférieure*, légèrement bombée par suite de la saillie d'un faisceau blanc longitudinal, *fasciculus longitudinalis inferior* de Burdach, qui fait partie de la masse blanche qui constitue le lobe occipital et forme le plancher de la cavité ancyroïde ; — une *face interne* qui présente une saillie blanche conoïde,

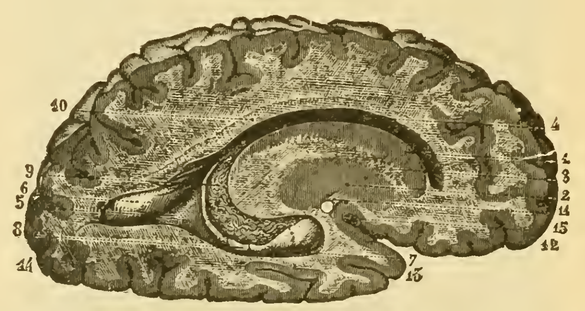


Fig. 145. — Coupe longitudinale verticale à travers l'hémisphère gauche, montrant le ventricule latéral avec ses trois cornes.

1, 2, portions intra et extra-ventriculaires du corps strié séparées par 3, capsule interne ; 4, origine de la corne frontale ; 5, corne occipitale ; 6, ergot de Morand ; 7, corne sphénoïdale ; 8, corne d'Ammon ; 9, plexus choroïdes ; 10, coupe du corps calleux ; 11, commissure antérieure ; 12, lobe frontal ; 13, lobe sphénoïdal ; 14, lobe occipital ; 15, fond de la scissure de Sylvius.

de volume variable selon les sujets, et qui fait défaut chez quelques-uns (Wenzel, Longet, etc.), *ergot de Morand, calcar avis, petit hippocampe* (6, fig. 145; 7, fig. 146; A, vk, fig. 148). — Cette saillie correspond à une région de la surface de l'hémisphère fortement déprimée par la scissure calcarine, mais ce n'est pas une circonvolution retournée comme on a l'habitude de le dire. — Sa face inférieure se confond avec la paroi de la corne sphénoïdale et sa base se continue avec le bourrelet du corps calleux et l'origine de la corne d'Ammon. — Henle décrit au-dessus d'elle un deuxième renflement longitudinal, qui existe en effet chez certains sujets, *bulbus cornu posterius*, qui ne serait autre chose que la saillie du *forceps major* du corps calleux dans la cavité digitale.

(1) La corne occipitale est spéciale à l'Homme, aux Singes, aux Phoques, aux Marsouins.

Corne sphénoïdale. — Le plus considérable des prolongements du ventricule latéral, la *corne sphénoïdale, temporale* ou *réfléchie* (4, fig. 142 et 143; 7, fig. 145), se détache de celui-ci au même niveau que la corne occipitale, c'est-à-dire au niveau du carrefour, mais se recourbe aussitôt en bas pour pénétrer dans le lobe sphénoïdal qu'elle parcourt en s'enroulant pour ainsi dire autour du pédoncule cérébral correspondant qu'elle embrasse par son bord interne. Aplatie de haut en bas et incurvée sur elle-même en dedans, on lui décrit deux faces ou parois, deux bords et deux extrémités.

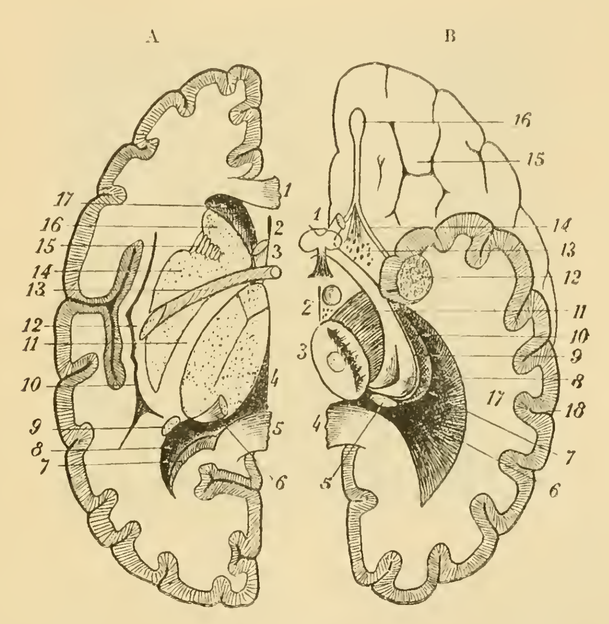


Fig. 146. — Coupe horizontale des hémisphères du cerveau.

A. — Coupe horizontale passant par la commissure blanche antérieure (coupe vue d'en haut). — **1**, genou du corps calleux ; **2**, cloison transparente ; **3**, pilier antérieur de la voûte ; **4**, ventricule moyen ; **5**, bourrelet du corps calleux ; **6**, pilier postérieur de la voûte ; **7**, ergot de Morand ; **8**, cavité de la corne occipitale du ventricule latéral ; **9**, queue du noyau caudé ; **10**, avant-mur, **11**, capsule interne ; **12**, capsule externe ; **13**, commissure blanche antérieure ; **14**, noyau lenticulaire du corps strié ; **15**, bras antérieur de la capsule interne ; **16**, tête du noyau caudé ; **17**, corne frontale du ventricule latéral.

B. — Coupe horizontale du lobe temporo-occipital pour dégager la paroi supérieure du ventricule latéral (l'hémisphère est renversé). — **1**, chiasma optique et glande pituitaire ; **2**, espace interpédonculaire ; **3**, pédoncule cérébral coupé en travers ; **4**, bourrelet du corps calleux ; **5**, corps bordant coupé en travers ; **6**, tapis de Reil ; **7**, corps genouillé interne ; **8**, corps genouillé externe ; **9**, tœnia semi-circulaire ; **10**, queue du noyau caudé ; **11**, bandelette optique ; **12** noyau amygdalien ; **13**, espace perforé antérieur ; **14**, racine blanche externe du nerf olfactif ; **15**, lobule orbitaire ; **16**, bulbe olfactif ; **17**, centre ovale de l'hémisphère.

La *paroi supérieure* (6, fig. 146), légèrement concave, est formée par le prolongement sphénoïdal du corps calleux ou *tapetum* (*tapis* de Reil).

On y voit de dehors en dedans : l'extrémité réfléchie du noyau caudé (10, fig. 146, B), la partie sphénoïdale du tænia semi circularis (9, fig. 146, B), la partie inférieure de la couche optique doublée du pédoncule cérébral et de la bandelette optique allant se perdre à ce niveau dans les corps genouillés (3, 7, 8, fig. 146, B).

La *paroi inférieure* est voilée par les plexus choroïdes. — Elle présente trois formations curvilignes et concentriques, qui sont de dehors en dedans : 1° la *corne d'Ammon*, 2° le *corps bordant*, 3° le *corps godronné*.



Fig. 147. — Coupe horizontale du lobe temporal pour découvrir la formation ammonique après renversement en arrière du lobe temporal (Photogravure).

1, bandelette olfactive ; 2, espace perforé latéral ; 3, tubercule mamillaire ; 4, fente de Bichat (partie latérale) ; 5, coupe du pédoncule cérébral présentant le locus niger, le noyau rouge, l'aqueduc de Sylvius et les noyaux gris des éminences bigéminées ; 6, fascia cinerea remontant autour du bourrelet du corps calleux ; 7, bourrelet du corps calleux ; 8, corne d'Ammon ; 9, corps bordant ; 10, cavité du ventricule latéral (carrefour) ; 11, pulvinar de la couche optique ; 12, corps genouillés ; 13, locus niger ; 14, bandelette optique ; 15, glande pituitaire ; 16, tête du noyau caudé ; 17, corne frontale du ventricule latéral ; 18, centre ovale de l'hémisphère.

1° La *corne d'Ammon, pied d'hippocampe, grand hippocampe, corne de bélier* (8, fig. 145 et 146, et am, fig. 148), est une grosse saillie blanche cylindroïde qui décrit une courbe semi-annulaire à concavité tournée en dedans. Elle se termine en avant par une extrémité épaissie et élargie présentant trois à quatre bosselures séparées par des sillons. — Cette disposition, qui rappelle vaguement l'aspect d'une griffe d'animal, a valu à la corne d'Ammon le nom de pied d'hippocampe. Sa longueur mesure de 4 à 5 cent.

Libre par sa face supérieure qui fait saillie dans la cavité du ventricule, *alveus*, elle est recouverte par une lame blanche qui provient de

l'épanouissement d'une partie du pilier postérieur du trigone ; — adhérente par sa face inférieure, elle fait corps avec la circonvolution de l'hippocampe qui lui forme une sorte de lit, *subiculum de la corne d'Ammon.* — Son bord externe s'unit au prolongement sphénoïdal du corps calleux (tapis) ; — son bord interne est bordé par la *bandelette de l'hippocampe* et loge dans sa concavité le *corps godronné.* Son *extrémité antérieure* se continue au niveau du crochet (*uncus*) avec la circonvolution de l'hippocampe, et son *extrémité postérieure* avec la base de l'ergot de Morand et le bourrelet du corps calleux.

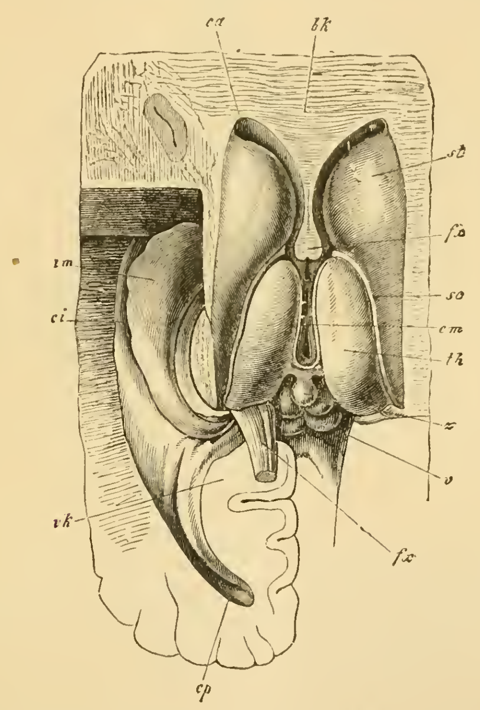


Fig. 148. — Corps opto-striés, vus d'en haut, et corne d'Ammon après ablation du corps calleux et du fornix.

bk, partie antérieure du corps calleux ; cd, corne frontale du ventricule latéral ; st, noyau caudé du corps strié ; sc, tœnia semi-circulaire ; th, couche optique ; cm, ventricule moyen ; z, glande pinéale ; fx' pilier postérieur du trigone coupé et rabattu ; cp, corne occipitale du ventricule latéral ; vk, ergot de Morand ; ci, corne temporale du ventricule latéral ; am, corne d'Ammon.

La corne d'Ammon n'est autre chose qu'une circonvolution (circonvolution de l'hippocampe) dont la partie blanche fait saillie sur le plancher du ventricule latéral (5, fig. 149). Le subiculum est remarquable par le puissant développement de ses grandes cellules pyramidales. Comme le corps godronné, il appartient aux centres olfactifs.

On a assez fréquemment signalé la sclérose ou l'atrophie de la corne d'Ammon dans

l'épitepsie, mais la corne d'Ammon n'est pas le siège exclusif de la sclérose chez les épileptiques (Ch. Féré, *Epilepsies et épileptiques*, 1890, p. 441). Dans la démence sérile, Beliakoff y a noté une prédominance des lésions scléreuses, et Chvostek l'a rencontrée considérablement atrophiée dans un cas de paralysie agitante. Chez les aliénés j'ai constaté qu'elle était soument très atrophiée.

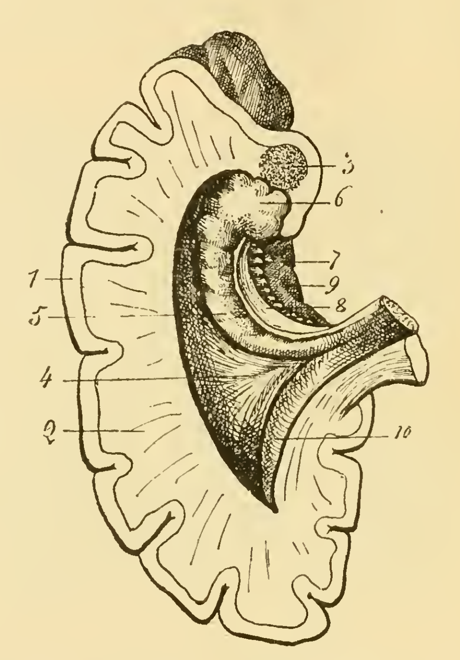


Fig. 149. — Plancher du ventricule latéral gauche.

1, écorce grise de l'hémisphère ; 2, centre ovale de l'hémisphère ; 3, noyau amygdalien ; 4, cavité du ventricule ; 5, corne d'Ammon ; 6, pied d'hippocampe ; 7, corps godronné ; 8, corps bordant ; 9, cir convolution de l'hippocampe ; 10, ergot de Morand.

2° *Corps bordant.* — Le long du bord concave de la corne d'Ammon, on trouve une lamelle blanche qui en suit la courbure, c'est le *corps bordant*, *corps bordé*, *corps frangé*, *bandelette* ou *tœnia de l'hippocampe*, *fimbria* (9, fig. 147 ; 8, fig. 149 ; 23', fig. 150). — Cette bandelette représente le prolongement du pilier postérieur du trigone avec lequel elle se continue par son extrémité supérieure ; par son extrémité inférieure elle se perd dans le crochet de l'hippocampe. — Son bord externe se continue avec le revêtement blanc de la corne d'Ammon ; son bord interne, légèrement concave et entièrement libre, répond à la partie latérale de la fente de Bichat. A la face inférieure du corps calleux les deux corps bordants ou piliers postérieurs du trigone, qui vont bientôt s'unir pour constituer la bandelette géminée (corps du trigone), s'envoient réciproquement les fibres blanches transversales qui contribuent à former la *lyre*.

3° *Corps godronné.* — En soulevant le corps bordant, on aperçoit au-dessous et en arrière de lui, une autre bandelette de couleur grise, située comme la précédente dans la courbure de la corne d'Ammon ; c'est le *corps godronné, corps denté, fascia dentata* (7, fig. 149). Son bord externe adhère à la concavité de la corne d'Ammon ; son bord interne, concave et libre, présente une série de douze à quinze petites échancrures qui lui donnent un aspect festonné, d'où le nom qu'on lui a donné de corps godronné. Sa face inférieure est séparée de la circonvolution de l'hippocampe par un sillon très étroit et profond, le *sillon de l'hippocampe* (5, fig. 151). — Son extrémité antérieure se continue avec le revêtement cortical du crochet de

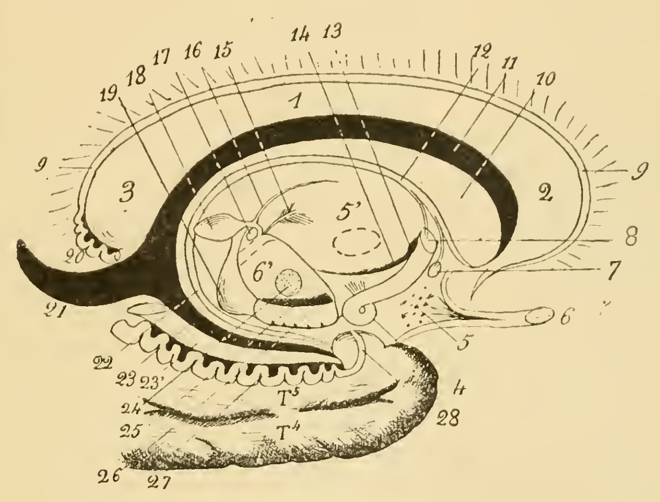


Fig. 150. — Schème d'une coupe sagittale de l'hémisphère pour montrer la forme du ventricule latéral et la formation ammonienne.

1, corps calleux ; 2, genou, et 3, bourrelet du corps calleux ; 4, tubercule mamillaire ; 5, espace perforé antérieur ; 5' couche optique ; 6, bandelette olfactive ; 6' calotte du pédoncule ; 7, commissure blanche antérieure ; 8, pilier antérieur du trigone coupé en travers ; 9, tœniæ tectæ ; 10, tête du noyau caudé ; 11, cavité de la corne frontale du ventricule latéral (en noir) ; 12, tœnia semi-circulaire ; 13, trou de Monro ; 14, sillon de Monro ; 15, flèche engagee dans l'anus ; 16, frein de la glande pinéale ; 17, commissure blanche postérieure ; 18, glande pinéale ; 19, pulvinar de la couche optique ; 20, fascia cinerea ; 21, corne occipitale du ventricule latéral ; 22, tœnia semi-circulare ; 23, corne temporale du ventricule latéral ; 23', corps bordant ; 24, noyau rouge ; 25, locus niger ; 26, pied du pédoncule cérébral ; 27, fascia dentata ; 28, bandelette de Giacomini ou du crochet de l'hippocampe ; T4, T5, quatrième et cinquième circonvolution temporale.

l'hippocampe, après s'être dégagée du sillon qui sépare la circonvolution de l'hippocampe de son crochet et après être remontée sur la face interne du crochet sous la forme d'une bandelette lisse de couleur cendrée, *bandelette du crochet* (28, fig. 150, 3, fig. 151), ainsi que l'a bien spécifié Giacomini (1884). Le corps godronné est remarquable par ses grandes cellules pyramidales radiées, mais surtout par une bande de cellules ovoïdes avec d'énormes noyaux que l'on a appelée le *strate nucléaire.*

En arrière, le corps godronné change un peu d'aspect. Avant d'arriver au bourrelet du corps calleux, il est moins ondulé, moins bosselé et s'éloigne du corps bordant. A ce moment il change de nom, et on l'appelle *fascia cinerea* (6, fig. 147, 20, fig. 150, et 10, fig. 151). Sous cette forme il monte obliquement en haut et en arrière pour atteindre le splénium du corps calleux, contourne ce splénium et, arrivé ainsi sur la face supérieure du corps calleux, il se continue avec les tractus longitudinaux ou nerfs de Lancisi et les *tæniæ tectæ* (9, 9, fig. 150, 12. fig. 151). Au moment où il s'éloigne du corps bordant, il reste séparé

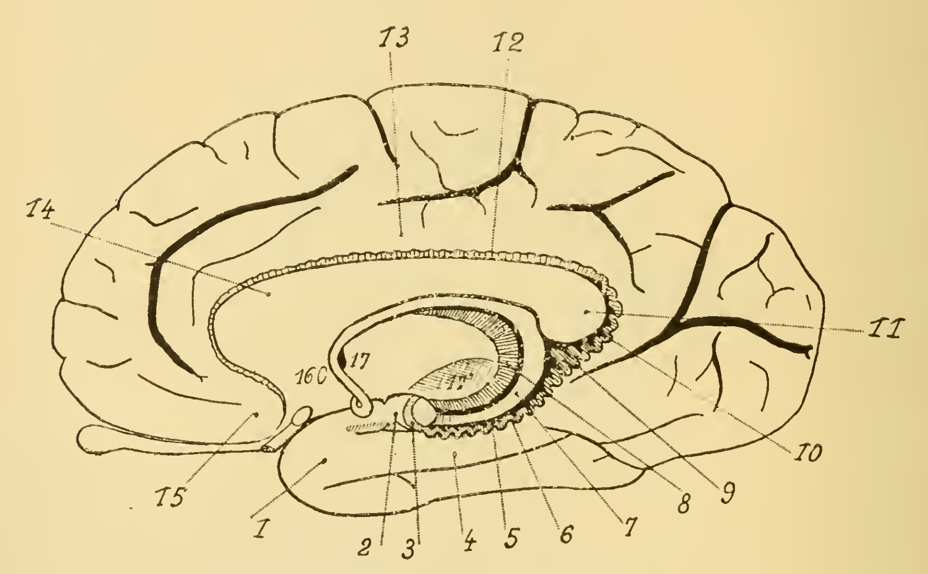


Fig. 151. — Face interne de l'hémisphère droit du cerveau de l'homme.

1, sommet du lobe temporal ; 2, crochet de l'hippocampe ; 3, bandelette du crochet ou bandelette de Giacomini ; 4, circonvolution de l'hippocampe (T5) ; 5, sillon de l'hippocampe ; 6, circonvolution godronnée ou fascia dentata (circonvolution limbique) ; 7, corps bordant (pilier postérieur du trigone cérébral) ; 8, cavité ventriculaire ; 9, 10, fascia cinera (circonvolution sous-calleuse) ; 11, bourrelet du corps calleux (splenium) ; 12, tractus longitudinal de Lancisi (portion sus-calleuse de circonvolution godronnée ou limbique) ; 13, gyrus fornicatus (circonvolution du corps calleux) ; 14, genou du corps calleux ; 15, champ olfactif ; 16, commissure blanche antérieure ; 17, trou de Monro ; 17' coupe du pédoncule cérébral.

de la circonvolution de l'hippocampe par un petit espace où l'on voit assez souvent trois ou quatre petites saillies irrégulières qui, étudiées dans ces derniers temps par Mathias Duval, Zukerkandl, Retzius et Giacomini, paraissent être des circonvolutions sous-calleuses rudimentaires (9, fig. 151), homologues aux circonvolutions sous-calleuses si développées chez certains Mammifères.

Le plus souvent le *triangle sous-calleux* reste lisse. Selon Brissaud il est composé par les fibres du trigone qui vont former l'alveus.

Par les tractus de Lancisi, les corps godronnés descendent dans les pédoncules du corps calleux, c'est-à-dire dans le champ olfactif, pour aller se continuer avec les origines du nerf olfactif, notamment la bandelette diagonale (TROLARD) et la racine olfactive interne (FOVILLE, MEYNERT). On conçoit maintenant que l'on ait regardé la circonvolution ammonique et la circonvolution godronnée comme les centres corticaux de l'olfaction, puisque la circonvolution de l'hippocampe ou ammonique va se continuer avec celle du corps calleux, et la circonvolution godronnée avec les tractus de Lancisi ou circonvolution sous-limbique, constituée par de la substance grise traversée par des fibres blanches, disposition structurale qui lui donne l'aspect réticulé. — La circonvolution godronnée (fascia dentata et tractus de Lancisi) paraît donc être, chez l'Homme, une circonvolution olfactive en voie d'atrophie.

La *fascia dentata* est plus ou moins développée ; parfois très apparente, d'autres fois complètement cachée dans le sillon de l'hippocampe.

La *fascia cinerea*, très réduite d'ordinaire, dans l'espèce humaine, peut dans certains cas, reprendre beaucoup de son importance en présentant un volume et une surface tourmentée, très godronnée, que TARIN et VICQ-D'AZYR avaient déjà remarqués. Or, comme chez les Mammifères inférieurs aux Primates, comme nous l'avons vu (Voy. BÔLE, *Le lobe limbique chez l'Homme et chez les Mammifères* (Thèse de Lille, 1893), et comme RETZIUS, ZUCKERKANDL, GIACOMINI, TENCHINI et NEGRINI l'ont indiqué aussi, ce corps est représenté par une petite circonvolution coudée sous le splénium du corps calleux (circonvolution sous-calleuse) qui s'unit d'un côté au fascia dentata et se continue de l'autre avec les *tæniæ tectæ*, on voit de suite la valeur de cette formation pour déceler la valeur morphologique du corps godronné et ses rapports avec le lobe limbique de P. BROCA. L'exagération de la fascia cinerea et de ses éminences n'est donc qu'un rapprochement atavistique avec le cerveau des Mammifères ordinaires.

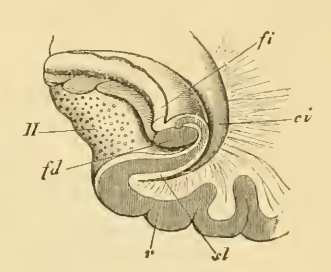


Fig. 152. — Coupe transversale de la région ammonique.

Ci, cavité ventriculaire ; r, écorce grise de la circonvolution de l'hippocampe ; H, circonvolution de l'hippocampe recouverte de la substance réticulaire blanche ; fd, circonvolution godronnée ; sl, alvéus de la corne d'Ammon ; fi, corps bordant.

La *fascia dentata* peut faire défaut chez les Microcéphales ; c'est ce qu'a observé MIERJEIWSKI en 1872.

Il nous reste enfin à faire mention d'une éminence accessoire et inconstante située sur le plancher de la corne sphénoïdale au-dessus et en dehors de la corne d'Ammon, *cuissart* de Malacarne, *éminence collatérale* de Meckel, *accessoire du pied d'hippocampe* de Vicq d'Azyr, résultat de la pénétration et du relief de la quatrième temporale dans la corne temporale.

Pour bien comprendre la disposition réciproque de la corne d'Ammon, du corps bordant et du corps godronné, et leur relation avec la circonvolution de l'hippocampe, il faut étudier ces formations sur des coupes transversales. Sur des coupes de ce genre on voit (Voy. fig. 152 et 153) : 1° que la corne d'Ammon est formée sur sa face libre ou ventriculaire par une lame ou écorce de substance blanche (alvéus ou lame blanche interne) qui se continue directement avec le corps bordant et aussi avec la substance blanche de la circonvolution de l'hippocampe : cette couche correspond donc bien à la couche médullaire blanche de toute circonvolution (14, fig. 153) ; 2° que son centre est constitué par de la substance grise (*stratum convolutum* de GOLGI) qui n'est que la continuation de l'écorce de la circonvolution de l'hippocampe que certains auteurs appellent à ce niveau *subiculum* de la

corne d'Ammon (7, fig. 153); — 3° que le corps godronné (fd, fig. 152, et 5, fig. 153), à son tour, est une dépendance de cette substance grise, se continuant d'une part par la *fascia dentata*, et de l'autre avec la *fascia cinerea*; — 4° que la circonvolution de l'hippocampe est tapissée, à sa face interne par une lame blanche (lame blanche externe ou substance blanche réticulaire d'Arnold) qui s'enfonce dans la substance grise de la corne d'Ammon (subiculum) en s'enroulant sur elle-même en S italique (3, fig. 153) et en s'effilant de plus en plus jusqu'au moment où elle disparaît (*lame nucléaire enroulée*) : cette *lame médullaire circonvolutée* se continue donc avec la *substancia*

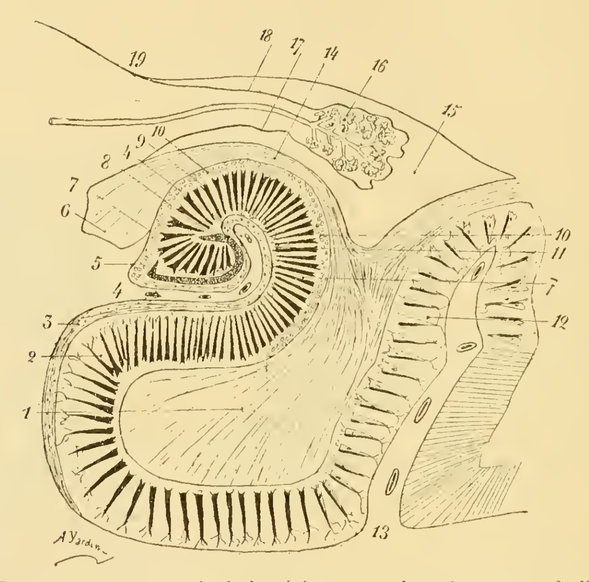


Fig. 153. — Coupe transversale de la région ammonique du cerveau de l'homme (figure en partie schématique).

1, substance médullaire de la circonvolution de l'hippocampe (T 5); 2, circonvolution de l'hippocampe; 3, substance réticulaire blanche d'Arnold; 4, sillon de l'hippocampe; 5, circonvolution godronnée; 6, corps bordant; 7, stratum radiatum de la circonvolution godronnée; 8, stratum granulosum; 9, stratum radiatum de la circonvolution de l'hippocampe; 10, couche de petites cellules étoilées; 11, stratum lacunosum; 12, couche de grandes cellules pyramidales (stratum radiatum); 13, sillon cortical (ST4); 14, alveus de la corne d'Ammon, 15, cavité du ventricule latéral; 16, plexus choroïdes des ventricules; 17 et 18, paroi interne amincie et refoulée de la cavité ventriculaire; 19 corps genouillés.

reticularis alba de la circonvolution de l'hippocampe (3, fig. 153); 5° qu'au centre de la portion grise de la corde d'Ammon, on trouve une lame blanche arquée (*lame blanche centrale* ou *lame nucléaire*), plus ou moins apparente selon les sujets, qui représente la lame blanche moyenne de l'écorce du cerveau; — 6° que la substance blanche de la corne d'Ammon et du corps bordant se continue avec la substance blanche du centre ovale, de même que la substance grise du corps godronné, de la corne d'Ammon et de la circonvolution de l'hippocampe forme une seule et même couche qui se rattache à l'écorce grise des hémisphères.

Après cette exposition, la signification morphologique de la formation ammonienne devient facile à trouver. Avec Mathias Duval, nous devons admettre ici deux circonvolutions, l'une supérieure, rudimentaire, la *circonvolution godronnée* (5, fig. 153), l'autre inférieure, la *circonvolution de l'hippocampe* (2, fig. 153). Entre les deux, il y a un sillon comme dans le reste de l'écorce, où un sillon sépare toujours deux circonvolutions voisines, c'est la *fissure de l'hippocampe*, ou sillon d'Ammon (4, fig. 153), dont la présence détermine la saillie ventriculaire appelée corne d'Ammon. Au niveau du bourrelet du corps calleux, la circonvolution de l'hippocampe se continue avec la circonvolution du corps calleux pour constituer avec elle le lobe limbique, et la circonvolution godronnée se continue avec les tractus de Lancisi pour former avec eux une circonvolution intra ou sous-limbique, qu'il serait peut-être même plus vrai de regarder comme la vraie circonvolution limbique, puisque c'est elle qui borde le limbe de l'hémisphère. (Voy. Mathias Duval, *La corne d'Ammon* (Arch. de Neurologie 1882); — G. Golgi, *Rech. sur l'histologie des centres nerveux* (Arch. ital. de Biologie, p. 103, t. IV, 1883); C. Giacomini, *Fascia dentata du grand hippocampe* (Arch. ital. de Biologie, p. 1, 205, 396, t. V, 1884); Trolard, *Arch. de Neurologie*, p. 183, 1891. — Bole, *Thèse citée*, 1893).

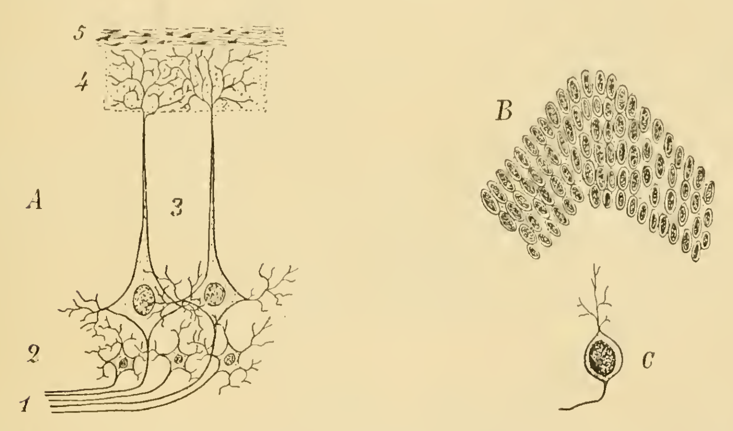


Fig. 154. — Structure de la circonvolution hippocampique (Figures en partie schématiques).

A. Eléments de la circonvolution de l'hippocampe : 1, couche de fibres nerveuses (alvéus) ; 2, couche des cellules étoilées ; 3, couche des grandes cellules pyramidales ; 4, stratum laciniosum et stratum lacunosum ; 5, *substantia reticularis alba*. — B. Eléments du stratum granulosum de la circonvolution godronnée vus en place — et C, un de ces éléments isolé.

Le *bord externe* de la corne sphénoïdale est formé par la réunion des parois supérieure et inférieure ; il décrit une courbe parallèle à la branche externe de la scissure de sylvius.

Le *bord interne* forme la partie latérale de la fente cérébrale de Bichat, limitée en haut par la face inférieure de la couche optique, en bas par la circonvolution de l'hippocampe. — Cette fente laisse pénétrer dans le ventricule latéral les plexus choroïdes, qui restent coiffés d'une lame d'épithélium épendymaire qu'ils ont refoulée : d'où ils ne sont pas, à proprement parler, dans la cavité ventriculaire (16, fig. 153, et 22, fig. 155). — Cet épithélium s'insère en haut sur l'extrémité réfléchie du tœnia semi-circularis, en bas à une crête longitudinale que présente le corps bordant (Schwalbe). — Il s'ensuit

qu'une partie de ce dernier et tout le corps godronné sont réellement en dehors des cavités ventriculaires.

L'*extrémité antérieure* de la corne sphénoïdale est un cul-de-sac qui se termine à 20 millimètres environ du sommet du lobe sphénoïdal, c'est-à-dire qu'elle répond à la partie antérieure de la fente de Bichat et qu'elle est très rapprochée de la scissure de Sylvius. — On y voit un petit renflement qui répond au noyau amygdalien, situé dans la pointe du lobe temporal (12, fig. 146, 24, fig. 172) et dépendance de l'écorce qui forme l'espace perforé latéral.

L'*extrémité postérieure* s'ouvre dans le carrefour du ventricule ou point de réunion des trois cornes.

La contracture précoce des hémiplégiques, a-t-on dit, pourrait-être la conséquence des épanchements intra-ventriculaires aussi bien que le résultat d'hémorrhagies méningées. Mais si les épanchements séreux, sanguins ou purulents ventriculaires, survenant brusquement ou étant d'emblée très abondants, s'accompagnent de phénomènes convulsifs, cela tient à l'irritation de la capsule interne par la compression brusque des parois ventriculaires (Cotty, *Thèse de Paris*, 1879). Aussi les épanchements peu abondants ou lentement développés ne s'accompagnent-ils pas de phénomènes convulsifs.

L'épendyme pourrait devenir le siège de l'inflammation (Barthez et Rilliet); dans la paralysie générale, elle présente souvent des épaississements, des granulations, (Duchet, Magnan, etc.).

Dans l'hydrocéphalie congénitale, les ventricules du cerveau, sont énormément agrandis. et les hémisphères sont transformés en une sorte de poche à paroi mince. Dans ces cas, les trous de Monro sont assez grands pour laisser passer le doigt. Chez les vieillards, les ventricules latéraux sont plus grands que chez l'adulte. Je les ai trouvés très élargis à plusieurs reprises sur des cerveaux d'aliénés.

Dans ces derniers temps, on a proposé de pratiquer la craniectomie et le drainage des cavités ventriculaires dans l'hydrocéphalie congénitale.

6. — Ependyme et liquide ventriculaire.

Les cavités du cerveau sont revêtues par une membrane mince et lisse à laquelle on a donné le nom d'*épendyme*. Cette membrane a une surface adhérente qui repose sur la paroi des ventricules et une surface libre qui répond à leur cavité. Partout continue à elle-même, elle passe des ventricules latéraux dans le ventricule moyen en franchissant les trous de Monro, et du ventricule moyen dans le quatrième ventricule en suivant le canal de l'aqueduc de Sylvius. Du quatrième ventricule elle passe dans le canal central de la moelle. L'épendyme forme ainsi une cavité close qui ne communique avec les espaces sous-arachnoïdiens que par le trou de Magendie et les trous de Luschka. — Aussi s'explique-t-on que la cavité des ventricules cérébraux renferme un liquide séreux et transparent, analogue au liquide céphalo-rachidien.

Mais ce *liquide ventriculaire* est à peine assez abondant pour lubréfier les parois des ventricules à l'état normal. Il ne devient abondant que dans les cas pathologiques, notamment dans l'hydrocéphalie.

7. — Pie-mère interne, toile choroïdienne et plexus choroïdes.

La toile choroïdienne du ventricule moyen et les plexus choroïdes des ventricules latéraux sont formés par une invagination de la pie-mère cérébrale dans l'intérieure des cavités ventriculaires, *pie-mère interne.*

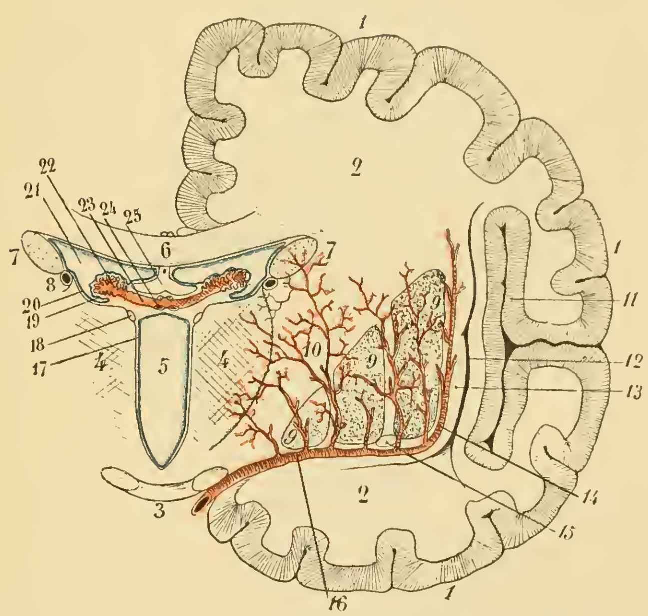


Fig. 155. — Disposition de la pie-mère intérieure dans le 3e ventricule et les ventricules latéraux (coupe frontale du cerveau passant par le chiasma optique).

1, 1, écorce cérébrale; 2, 2, centre blanc de l'hémisphère; 3, chiasma optique; 4, couche optique; 5, ventricule moyen; 6, corps calleux; 7, 7, tête du noyau caudé du corps strié; 8, veine striée; 9, 9, 9, noyau lenticulaire du corps strié avec ses trois segments; 10, capsule interne; 11, lobule de l'insula; 12, avant-mur; 13, capsule externe; 14, artère de l'hémorrhagie cérébrale, artère striée externe ou artère de Charcot; 15, commissure blanche antérieure; 16, artère striée; 17, épendyme du 3e ventricule; 18, freins de la glande pinéale; 19, feuillet viscéral ou épithélium choroïdien de l'épendyme du ventricule latéral, et 20, son feuillet pariétal; 21, cavité du ventricule latéral; 22, plexus choroïdes des ventricules latéraux; 23, toile choroïdienne du 3e ventricule; 24, plexus choroïdes du 3e ventricule; 25, voûte cérébrale.

Cette invagination de la pie-mère externe se fait par la fente cérébrale de Bichat. Avant de suivre ce prolongement intérieur de la pie-mère, il est donc nécessaire de bien connaître les voies de pénétration.

a. *Fente de Bichat.* — Si l'on examine un cerveau renversé, on trouve

à sa base une grande fente en forme de fer à cheval, à concavité dirigée en avant : c'est la *grande fente cérébrale* de Bichat (5, fig. 163). — Cette fente s'étend d'une scissure de Sylvius à l'autre, en contournant les pédoncules cérébraux et en passant au-dessous du bourrelet du corps calleux. — Sa partie moyenne ou médiane (7, fig. 163) est limitée en haut par ce bourrelet, et en bas par la face supérieure de l'isthme de l'encéphale qui supporte les tubercules quadrijumeaux. — Ses parties latérales sont également limitées, en haut, par la face inférieure des pédoncules cérébraux et des couches optiques, en bas par la circonvolution de l'hippocampe. — La partie médiane de la fente résulte du mode de développement du corps calleux qui s'est avancé d'avant en arrière, de façon à recouvrir toute la toile choroïdienne ; — les parties latérales ne sont qu'un segment de la grande scissure choroïdienne, la fente marginale d'Aeby (voy. Développement du cerveau). — C'est par cette fente que se fait la pénétration de la pie-mère interne, mais ce n'est qu'en faisant abstraction de l'épithélium épendymaire que l'on peut dire que la fente de Bichat donne accès dans les cavités ventriculaires, nous l'avons dit déjà.

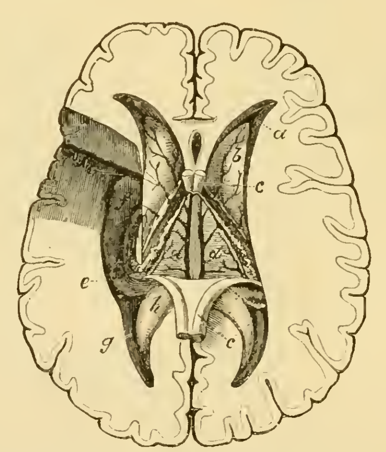


Fig. 156. — Ventricules latéraux.

c, c, trigone coupé et renversé ; d, d, toile choroïdienne ou velum interpositum ; b, corps strié (noyau caudé) ; a, corne frontale ; g, corne occipitale ; e, corne sphénoïdale ; f, grand hippocampe (corne d'Ammon ; h, petit hippocampe (ergot de Morand).

b. — *Toile choroïdienne.* — La *toile choroïdienne* (23, fig. 155, d, d, fig. 156, 1, fig. 157, 9, fig. 158), est un repli de la pie-mère qui, parvenue au niveau du bourrelet du corps calleux, s'engage sous ce bourrelet et arrive ainsi à la face inférieure du trigone. De forme triangulaire comme ce dernier, elle présente : une *face supérieure* qui est recouverte par le trigone auquel elle adhère par quelques tractus vasculaires ; une *face inférieure* qui passe en pont sur la base du troisième ventricule, dont elle forme la paroi supérieure, tout en restant séparée du ventricule par la membrane épendymaire et repose par ses parties latérales sur la face supérieure des couches optiques.

En examinant cette face sous l'eau ou par transparence, on voit qu'elle est parcourue de chaque côté de la ligne médiane par deux traînées de granulations rougeâtres accolées l'une à l'autre et composées de capillaires pelotonnées : ce sont les *plexus choroïdes du ventricule moyen* (7, fig. 158). En avant, chacun d'eux se recourbe et franchit le trou de Monro correspondant pour se continuer avec les plexus choroïdes du ventricule latéral ; en arrière, ils convergent l'un vers l'autre au niveau de la glande pinéale (3, fig. 157).

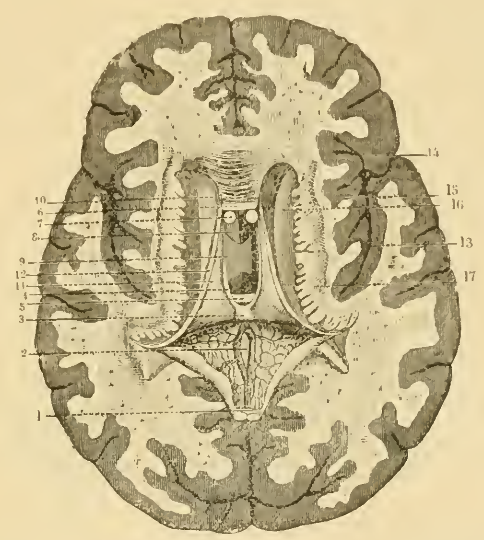


Fig. 157. — Coupe horizontale du cerveau, passant par le troisième ventricule. (Le trigone est renversé en arrière avec la toile choroïdienne).

1, trigone sectionné et rejeté en arrière avec la toile choroïdienne, pour découvrir le troisième ventricule ; 2, veines de Galien ; 3, glande pinéale ; 4, pédoncules antérieurs de la glande pinéale ; 5, commissure postérieure du cerveau ; 6, commissure antérieure ; 7, coupe des piliers antérieurs du trigone ; 8, troisième ventricule ; 9, commissure moyenne ou grise ; 10, noyau caudé du corps strié ; 11, couche optique ; 12, tænia semi-circularis ; 13, 14, 15, coupe des circonvolutions de l'insula de Reil ; 16, noyau caudé du corps strié ; 17, insertion du corps calleux sur le centre.

Le *sommet de la toile* se bifurque et va se continuer de chaque côté avec les plexus choroïdes des ventricules latéraux à travers les trous de Monro.

La *base* occupe la partie médiane de la fente de Bichat; à ce niveau, les deux feuillets de la toile s'écartent et enveloppent la glande pinéale, puis se continuent, le supérieur avec la pie-mère cérébrale, l'inférieur avec la pie-mère cérébelleuse.

Les *bords latéraux* de la toile choroïdienne répondent au bord externe du trigone et sont garnis de pelotons vasculaires, les plexus choroïdes des ventricules latéraux (4, fig. 158).

La toile choroïdienne, étant une dépendance de la pie-mère, en a la structure. Comme elle, elle est formée par un pli de cette dernière, c'est dire qu'elle comporte un feuillet supérieur qui tapisse la face inférieure du trigone et un feuillet inférieur qui recouvre la lame épendymaire qui constitue le plafond du ventricule moyen. Ces deux feuillets s'écartent l'un de l'autre au niveau de la base de la toile : le supérieur se continue avec a pie-mère cérébrale, l'inférieur avec la pie-mère cérébelleuse. Entre les deux, on trouve une couche de tissu cellulaire lâche (23, fig. 155) provenant du tissu sous-arachnoïdien, au sein duquel cheminent les artères qui proviennent des cérébelleuses supérieures, des cérébrales postérieures et des artères choroïdiennes, et les veines qui se concentrent en deux troncs, les veines de Galien. (8, fig. 158).

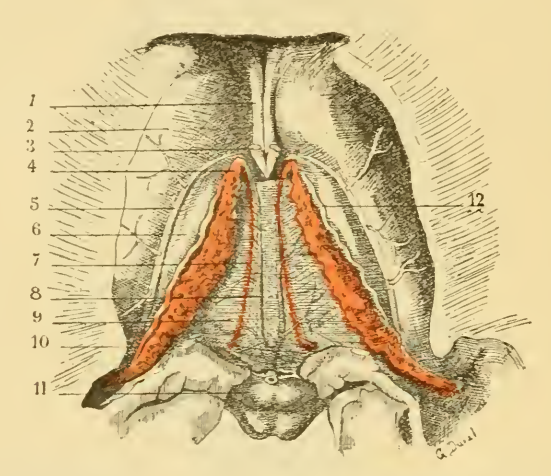


Fig. 158. — Toile choroïdienne du troisième ventricule et plexus choroïdes des ventricules latéraux.

1, cloison transparente ; 2, noyau caudé du corps strié ; 3, pilier antérieur du trigone coupé ; 4, plexus choroïdes ; 5, strie cornée à travers laquelle s'échappent les rameaux de la veine striée ; 6, couche optique ; 7, plexus choroïdes de la toile ; 8, veines choroïdiennes se réunissant en arrière pour former la veine de Galien ; 9, toile choroïdienne ; 10, corps bordant coupé en travers ; 11, tubercules quadrijumeaux. (Les plexus choroïdes sont en rouge).

c. *Plexus choroïdes des ventricules latéraux.*— Ce sont deux cordons vasculaires rougeâtres situés sur les bords latéraux du trigone, où ils se continuent avec les bords de la toile choroïdienne (22, fig. 155, et 7, fig. 158). Ils proviennent de la pie-mère, qui s'introduit dans la corne sphénoïdale du ventricule latéral par les côtés de la fente de Bichat. Situés sur le plancher des ventricules, les plexus choroïdes montent vers le trou de Monro en suivant la corne d'Ammon, puis les bords latéraux du trigone, trajet dans lequel ils décrivent une sorte d'anse qui embrasse par sa cavité l'extrémité postérieure de la couche optique et traversent les trous de Monro pour se continuer avec les plexus choroïdes du troisième ventricule. Ils ont donc un pied dans la corne sphénoïdale et l'autre dans la corne frontale.

La toile choroïdienne est une membrane cellulo-vasculaire formée par de très fines artérioles venues des cérébrales postérieures et des cérébelleuses supérieures. Ses veinules proviennent : 1° des veinules de la portion réfléchie du corps calleux et du septum lucidum ; — 2° de la veine du corps strié ; — 3° de la veine du plexus choroïde du ventricule latéral ; — 4° de la veine du trigone et de la couche optique ; — 5° des veines de la corne d'Ammon et de l'ergot de Morand : toutes ces veines se rendent dans les veines de Galien. Celles-ci, nées de chaque côté (au niveau des trous de Monro) des veines des plexus choroïdes des ventricules latéraux, se réunissent vers la partie postérieure de la toile en un seul tronc (8, fig. 158), qui passe au-dessus de la glande pinéale et va se jeter dans le sinus droit.

Les *plexus choroïdes* sont formés par des prolongements villeux de la pie-mère. Leur stroma est composé de tissu connectif englobant un réseau de capillaires unciformes. — Les plexus choroïdes, comme la toile choroïdienne, du reste, sont tapissés par un épithélium (cilié chez l'embryon), qui les sépare complètement de la cavité des ventricules ; c'est la membrane épendymaire. — On peut donc répéter avec Mathias Duval que ces cordons vasculaires passent, non par les trous de Monro, mais à côté d'eux.

8. — Glande pinéale.

La *glande pinéale*, *conarium*, *épiphyse* (10, fig. 161), est un petit corps gris-rougeâtre, en forme de pomme de pin, long de 8 à 10 millimètres, situé dans l'épaisseur de la toile choroïdienne, qui forme à son niveau une sorte de gousset

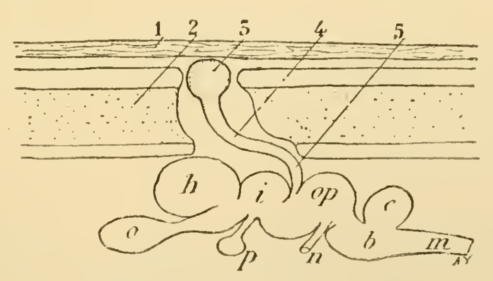


Fig. 159. — Œil pinéal des Sauriens.

1, peau de la tête ; 2, paroi du crâne ; 3, œil pinéal traversant le trou pariétal ; 4, pédoncule pinéal ; 5, racine de ce pédoncule émergeant du cerveau ; O, lobe olfactif ; h, hémisphère du cerveau ; i, cerveau intermédiaire (3e ventricule) ; op, lobes optiques ; c, cervelet ; b, protubérance annulaire ; m, moelle épinière ; n, nerf oculo-moteur externe ; p, glande pituitaire.

pour le contenir, entre le bourrelet du corps calleux et les tubercules quadrijumeaux antérieurs, en avant du cervelet, en arrière du troisième ventricule. Grosse comme un pois, elle repose dans le sillon qui sépare les deux éminences *nates*, qui lui forme une sorte de lit, *logette du conarium*.

La position de la glande pinéale chez l'Homme s'explique par suite du refoulement en arrière et en bas qu'elle subit de la part des hémisphères cérébraux qui s'avancent progressivement d'avant en arrière pour recouvrir les cerveaux antérieur, moyen et postérieur.

Libre par son sommet, elle est réunie à l'encéphale (paroi postérieure du troisième ventricule) par sa base, d'où partent trois prolongements de chaque côté, *pédoncules de la glande pinéale*, divisés en antérieurs, postérieurs et transversaux.

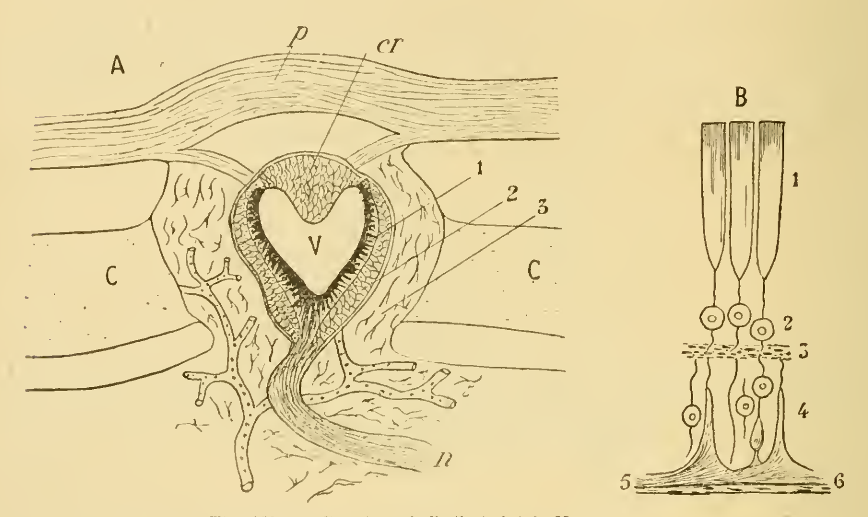


Fig. 160. — Structure de l'œil pinéal de HATTERIA.

A, Coupe de l'œil pinéal ; p, peau représentant une cornée ; C, C, paroi du crâne ; cr, cristallin ; V, cavité de l'œil ; 1, rétine ; 2, choroïde ; 3, tissu fibreux représentant une sclérotique et en continuité avec la dure-mère ; n, pédoncule de l'œil pinéal.

B, Éléments de la rétine ; 1, couche des bâtonnets ; 2, couche des grains de bâtonnets ; 3, couche moléculaire ; 4, couche des éléments coniques et fusiformes ; 5, 6, couche des fibres nerveuses.

Les *pédoncules antérieurs* ou *supérieurs*, *freins*, *rênes*, *habenæ*, de la glande pinéale (4, fig. 157) sont deux petits cordons blancs qui se portent en avant, en longeant l'angle supéro-interne des couches optiques, pour aller se perdre dans les piliers du trigone après avoir limité la lèvre postérieure du trou de Monro.

Les *pédoncules postérieurs* ou *inférieurs* descendent en bas et en dehors au devant de la commissure blanche postérieure et se perdent dans la partie la plus reculée de la face interne des couches optiques.

Les *pédoncules transversaux* ou *moyens* (voy. fig. 179) se portent transversalement en dehors, au-dessus de la commissure blanche postérieure, pour se terminer dans les couches optiques.

Jusque dans ces derniers temps, la nature de la glande pinéale, dans laquelle DESCARTES avait placé le siège de l'âme, était restée inconnue. — On admettait naguère encore qu'elle

était composée d'une écorce de substance grise et d'une partie centrale formée d'un mélange de tissu connectif, de vaisseaux, de follicules clos, de fibres nerveuses en continuité avec celles des pédoncules, et de concrétions calcaires.

Aujourd'hui, nous savons que chez tous les Vertébrés la glande pinéale est le résultat d'une évagination du plafond de la vésicule cérébrale intermédiaire (Voy. Développement du cerveau), et qu'elle est un œil avorté (troisième œil des Vertébrés).

En effet, on retrouve cet œil médian chez les larves d'Ascidies et chez les Pyrosomes adultes ; — chez les Sauriens, il acquiert la valeur d'un véritable œil analogue à celui des Mollusques céphalopores, c'est-à-dire que la paroi antérieure de la vésicule oculaire, remplie d'un liquide hyalin, se différencie en un cristallin et que le reste de son étendue sert à la perception de la lumière, comme le ferait une rétine, dont elle a, d'ailleurs, la constitution élémentaire. — Chez *Hatteria*, *Anguis fragilis*, *Lacerta vivipara*, etc., l'œil pariétal comprend une cornée (p, fig. 160), un cristallin (cr, fig. 160) et une rétine (1, 2, fig. 160) avec quatre couches bien nettes. Véritable œil, cet organe est relié au cerveau par un pédicule comparable au nerf optique (n, fig. 160) et vient se loger sous la peau du crâne en passant à travers un trou pariétal (très développé chez certains Reptiles fossiles, tels que l'Ichthyosaure, le Plésiosaure, le Nothosaure, le Labyrynthodonte), chez les Sauriens. Chez les Amphibiens, cette communication se trouve déjà interrompue pendant la période embryonnaire, par suite de l'oblitération du trou pariétal, et chez les Oiseaux et les Mammifères il demeure dans le crâne. — Mais si l'on considère que l'on trouve un *trou pariétal* chez les *Stégocéphales paléozoïques*, ainsi que chez les *vrais Sauriens fossiles* ; que, de plus, chez l'*Antracosaurus ramiceps* il n'était pas recouvert par la peau, mais s'ouvrait librement à l'extérieur comme les orbites, on est conduit à penser qu'il existait jadis un œil pariétal bien développé chez les ancêtres des Amphibiens actuels.

Chez les Lacertiliens, et en particulier chez *Hatteria*, on peut décrire les couches suivantes à la rétine de l'œil pinéal : 1° une couche de bâtonnets (1, fig. 160, B) tapissant la cavité de l'œil (ils possèdent un noyau à leur base) ; 2° une couche cellulaire interne (2, fig. 160) ; 3° une couche moléculaire intermédiaire (3, fig. 160) ; 4° une couche cellulaire externe (4, fig. 160) ; 5° une couche de fibres nerveuses allant se continuer avec celles du nerf optique pinéal (5, fig. 160).

La glande pinéale est donc morphologiquement un œil atrophié, en pleine régression, constitué chez l'homme adulte par un corpuscule de nature épithéliale, éléments névrogliques, d'après Cionini (1886), envahi par des travées conjonctives très vasculaires cloisonnantes, à éléments dégénérés, rappelant les glandes vasculaires sanguines, et infiltré de concrétions calcaires dites *acervules*. On a noté l'absence de la glande pinéale chez les idiots ; je l'ai vue faire défaut chez un fou ; son hypertrophie a été constatée (Henrot) dans le myxœdème. (Voy. De Varigny, *Rev. scient.*, 25 décembre 1886 ; — Ch. Julin, *Bull. scient. du Nord*, 2e série, p. 54, 1887 ; — A. Peytoureau, *La glande pinéale et le troisième œil des Vertébrés* (Thèse de Bordeaux, 1887) ; — Bernard, *La Nature*, 21 mai 1887 ; — P. Francotte, *Rech. sur le dévelop. de l'épiphyse* (Arch. de Biologie belges, 1888, p. 757) ; — H. Strahl et E. Martin, *Dévelop. de l'œil pariétal* (Arch. f. Anat., 1888) ; — Mathias Duval, *Sur l'œil pariétal* (Soc. de Biologie, 1889).

Parfois, la glande pinéale est creusée d'une petite cavité centrale, *recessus pinealis* de Mihalkowicz, correspondant au diverticule embryonnaire du cerveau intermédiaire qui donne naissance à cette glande. Cette cavité est remplie d'un liquide lactescent.

9. — Noyaux gris ou ganglions centraux du cerveau.

Au niveau du hile de l'hémisphère, le pédoncule cérébral s'enfonce dans le corps de l'hémisphère contenant à la fois les fibres qui vont de la moelle, de l'isthme et du cervelet au cerveau (fibres ascendantes), et toutes celles qui vont du cerveau à la moelle, à l'isthme et au cervelet (fibres descendantes). De ces fibres les unes, *fibres directes*, s'étendent directement du pédoncule à l'écorce des hémisphères ; les autres, *fibres ganglionnaires*, communiquent préalablement dans des noyaux de substance grise ou ganglions qui sont placés au voisinage du hile, sur le trajet même du pédoncule. Ces ganglions, ce sont les *couches optiques* et les *corps striés*. Nous y adjoindrons l'étude de l'*Avant-mur* et du *Noyau amygdalien*.

a. — Couches optiques

Les *couches optiques* (*thalami optici*) sont deux gros renflements ovoïdes, placées sur le trajet des pédoncules cérébraux qui constituent les parois latérales du ventricule moyen, et dont les faces supérieures font partie du plancher des ventricules latéraux (4, fig. 139, 31, fig. 140, 3, fig. 161).

De la grosseur d'un œuf de pigeon, ces ganglions sont dirigés obliquement en avant et en dedans, assez rapprochés par leur extrémité antérieure, plus écartés par leur extrémité postérieure. — Ils répondent en avant et en dehors aux corps striés; en arrière et en dedans aux tubercules quadrijumeaux qui sont contenus dans leur écartement.

On leur décrit quatre faces et deux extrémités. La *face supérieure*, blanche et convexe, est séparée en deux parties par une crête irrégulière, quelquefois un sillon, le *sillon choroïdien*, qui répond aux plexus choroïdes. En dehors de ce sillon elle fait partie du plancher du ventricule latéral; en dedans elle est recouverte par la toile choroïdienne et les bords latéraux du trigone qui s'appuient sur elle.

Elle présente en avant un mamelon, *tubercule antérieur de la couche optique, corpus album subrotundum*, dans lequel vient se terminer les piliers antérieurs du trigone après leur réflexion autour des tubercules mamillaires. Semblablement elle est terminée en arrière par un autre tubercule, plus volumineux et plus saillant que le précédent, le *tubercule postérieur* de la couche optique ou *pulvinar*. Entre le pulvinar et l'origine du pédoncule antérieur de la glande pinéale, se trouve une petite surface de forme triangulaire et un peu déprimée, c'est ce que l'on a appelé, à cause de son voisinage de l'*habena* ou rène de la glande pinéale, le *triangle de l'habénula* (13, fig. 141). Dans ce triangle on voit une petite saillie, appelée

ganglion de l'habénula, (12, fig. 141, et 13, fig. 179), d'où part un faisceau, assez souvent visible à l'œil nu, qui descend en dedans du noyau rouge pour gagner le ganglion inter-pédonculaire : c'est le *faisceau rétroflexe de Meynert* (31, fig. 173).

La *face inférieure* de la couche optique se confond en avant avec le pédoncule cérébral, sur lequel elle repose et dont elle reçoit une partie des fibres. — En arrière, elle reste libre, déborde le pédoncule et présente deux renflements mamelonnés, les *corps genouillés* (6 et 7, fig. 162), distingués en *interne* et en *externe*.



Fig. 161. — Coupe horizontale du cerveau pour montrer le troisième ventricule, la glande pinéale, les éminences bigéminées et les corps opto-striés. (Le trigone a été coupé en travers et rabattu en arrière).

1, noyau caudé du corps strié ; 2, sillon opto-strié et tænia semi-circulaire ; 3, couche optique (face supérieure) ; 4, tubercules quadrijumeaux ; 5, corps bordant ; 6, corne d'Ammon ; 7, trigone (face inférieure) ; 8, ergot de Morand ; 9, carrefour ventriculaire ; 10, glande pinéale ; 11, ventricule moyen ; 12, trigone ; 13, cloison transparente au milieu de laquelle on aperçoit son ventricule ; 14, corps calleux ; 15, centre ovale (Photogravure).

Le *corps genouillé interne* (9, fig. 162), moins volumineux que le suivant, est relié par son extrémité postéro-interne au tubercule quadrijumeau postérieur, et son extrémité antéro-interne est l'origine de la racine interne de la bandelette optique. — Le *corps genouillé externe* (10, fig. 162) est plus volumineux et plus blanc que le précédent, en dehors et un peu en avant duquel il est placé ; — il est réuni par une bandelette blanche au tubercule quadrijumeau antérieur par son extrémité postérieure, et de son extrémité antérieure s'échappe la racine externe de la bandelette optique.

MEYNERT a montré que le corps genouillé est composé de couches alternatives de substance blanche et grise, ce qui tient à ce que des faisceaux de la couronne rayonnante traversent sa substance grise en la décomposant en strates superposés. Il contient de grandes cellules multipolaires.

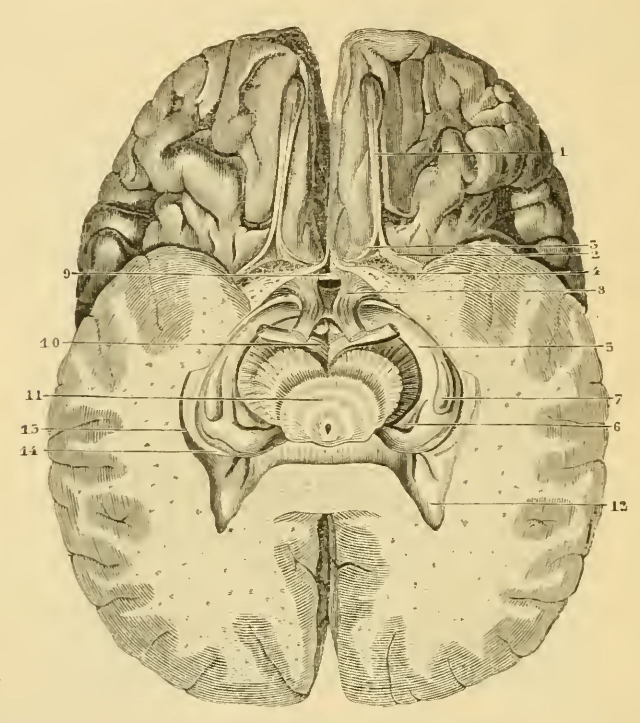


Fig. 162. — Coupe horizontale des lobes tempcro-occipitaux et des pédoncules cérébraux pour montrer la face inférieure des couches optiques et les corps genouillés. (Le cerveau est renversé).

1, nerf olfactif; 2, racine blanche externe; 3, racine blanche interne; 4, quadrilatère perforé; 5 bandelette optique; 6, corps genouillé; 7, corps genouillé externe; 8, racine grise des nerfs optiques; 9, commissure antérieure et troisième ventricule; 10, origine du nerf moteur oculaire commun; 11, coupe de la protubérance annulaire au niveau des pédoncules cérébraux; 12, prolongement postérieur des ventricules latéraux; 13, origine du prolongement sphénoïdal des ventricules latéraux; 14, bandelette demi-circulaire.

Les deux corps genouillés sont réunis l'un à l'autre par un tractus blanc direct, *anse intergéniculaire de Rauber* (7, fig. 165), et par des fibres blanches en arc qui suivent la voie détournée des bandelettes optiques, *commissure inférieure de Gudden*.

Dans une relation récente (1890), ZACHER a rapporté qu'il avait trouvé le corps genouillé *interne* frappé de dégénération secondaire à la suite d'une destruction des deux premières circonvolutions temporales. Or, comme il y avait en même temps des altérations secondaires dans les bras des tubercules quadrijumeaux postérieurs et dans les tubercules eux-mêmes; comme, d'autre part, il paraît établi que T^1 et T^2 président à l'intelligence des sons,

tandis que le tubercule quadrijumeau postérieur est un ganglion de l'appareil acoustique, il en résulte que le corps genouillé interne jouerait dans le processus psychique de l'audition un rôle analogue à celui que joue dans la vision le corps genouillé *externe*. On sait, en effet, que celui-ci est un organe interposé sur le trajet des fibres optiques. Toutefois, il est bon de dire que certains faits, du genre de celui que rapportait encore en 1890 S. Lekarsky (ramollissement du cunéus, dégénération descendante des radiations optiques, du pulvinar, du corps genouillé externe, *et de la capsule du corps genouillé interne*), semble plaider en faveur de l'opinion de Meynert, qui intercalait aussi le corps genouillé interne dans la sphère des faisceaux optiques.



Fig. 163. — Face inférieure du cerveau (à gauche) et coupe horizontale de l'hémisphère (à droite).

1, nerf olfactif; 2, espace perforé latéral; 3, tubercule mamillaire; 4, pédoncule cérébral coupé en travers et montrant le locus niger, le noyau rouge, l'aqueduc, et le noyau des éminences bigéminées, 5, fente de Bichat; 6, tœnia cinérea; 7, bourrelet du corps calleux; 8, corps bordant; 9, corne d'Ammon renversée en arrière; 10, ventricule latéral (corne sphénoïdale); 11, pulvinar; 12, corps genouillés; 13, locus niger; 14, bandelette optique; 15, glande pituitaire; 16, corps strié; 17, ventricule latéral (corne frontale); 18, centre ovale du lobe frontal.

La *face interne* de la couche optique est séparée de la face supérieure par les freins de la glande pinéale. La partie antérieure de cette face (les 2/3), de couleur grisâtre, est libre et forme la paroi latérale du ventricule moyen; — la partie postérieure se confond avec la partie externe des tubercules quadrijumeaux et reçoit la pénétration des pédoncules cérébelleux supérieurs. Les faces internes des deux couches optiques sont réunies, nous l'avons vu, par la commissure grise et par la commissure blanche postérieure (9 et 5, fig. 157).

La *face externe* est confondue avec le corps strié à la face interne duquel elle s'adosse; — toutefois, elle est séparée du noyau lenticulaire par la capsule interne (6', 7, 8, fig. 141). La zone externe de la couche optique

est percée par des fibres entre-croisées entre lesquelles se trouvent quelques îlots de substance grise : c'est la *couche fenêtrée*, *grillagée*, ou *lame médullaire externe* (34, fig. 173).

L'extrémité antérieure, extrémité la plus petite de l'ovoïde que présente la couche optique, est contournée par le pilier antérieur correspondant du trigone. Légèrement déprimée, elle forme, avec ce pilier, un petit orifice arrondi qui fait communiquer les ventricules latéraux avec le ventricule moyen : c'est le *trou de Monro* (6, fig. 144). Par sa portion externe, elle répond à la tête du noyau caudé qui se déprime à ce niveau pour la recevoir, et en avant elle répond à la commissure blanche antérieure qui se porte en dehors (9, fig. 141).

L'extrémité postérieure, grosse extrémité de l'ovoïde, forme une saillie arrondie qui est contournée par le pilier postérieur correspondant du trigone et le plexus choroïde du même côté, et fait saillie dans le carrefour ventriculaire. — Elle est surmontée du *pulvinar* (9, fig. 139), audessous duquel on découvre les corps genouillés (6, 7, fig. 162).

Les couches optiques sont constituées de la façon suivante : à la surface supérieure on trouve une couche de fibres blanches, *stratum zonale*. Dans le corps de l'organe la substance grise se distribue en plusieurs noyaux et en une lame qui constitue la face interne du thalamus. — Parmi les noyaux, il faut citer : 1° le *noyau de l'habenula* (32, fig. 173) situé dans l'espace que nous avons appelé triangle de l'habenula, et d'où part le *fasciculus retroflexus* de Meynert, qui se rend dans le ganglion interpédonculaire en s'entre-croisant avec le faisceau du côté opposé selon Gudden et Forel, dans la calotte, au contraire, d'après Meynert ; — 2° le *noyau antérieur* (corpus subrotundum) où se termine le faisceau de Vicq-d'Azir (33, fig. 173) ; — 3° les *noyaux interne* et *externe* (28, 30, fig. 173), de teinte gris jaunâtre : le noyau interne contient en arrière le pulvinar, et noyaux interne et externe reçoivent la plus grande partie des fibres de l'étage supérieur du pédoncule cérébral (fibres sensitives) (1).

Une lame médullaire, *lame médullaire interne*, placée de champ dans l'épaisseur de la couche optique, sépare les noyaux interne et externe du thalamus (29, fig. 173) ; une autre lame, *lame médullaire externe* (34, fig. 173), couche réticulée ou grillagée, ainsi appelée parce que les irradiations de la couche optique qui s'échappent à ce niveau du thalamus la découpent comme un grillage, le sépare de la capsule interne.

Les éléments cellulaires de la couche optique sont des deux types, mais le type sensitif paraît y occuper une plus large place (Marchi).

Considérée dans ses *connexions*, la couche optique est reliée par de nombreux faisceaux de fibres nerveuses, d'une part à l'écorce, d'autre part au pédoncule. Les fibres qui vont au pédoncule, *fibres thalamo-pédonculaires*, sortent par ses faces inférieure et externe et s'enfoncent aussitôt dans la calotte du pédoncule cérébral correspondant. Les fibres qui se portent à l'écorce, *fibres*

(1) Luys décrit, dans les couches optiques, quatre groupes ganglionnaires ; 1° un *centre antérieur* ou *olfactif*, qui recevrait les fibres du nerf olfactif par l'intermédiaire du tœnia semi-circularis ; — 2° un *centre moyen*, placé en arrière du précédent, et qui recevrait un faisceau de fibres venant des corps genouillés (centre visuel) ; — 3° un *centre postérieur* ou *auditif*, qui serait l'aboutissant des fibres du nerf acoustique ; 4° un centre inférieur ou *sensitif général*. Tous ces noyaux gris sont en relation par des fibres nerveuses avec l'écorce des hémisphères, d'une part, et avec les pédoncules cérébraux, d'autre part (voy. fig. 164, p. 289).

thalamo-corticales, s'échappent également par les faces inférieure et externe et pénètre dans la capsule interne en trois faisceaux principaux : un antérieur ou frontal qui va en rayonnant à l'écorce du lobe frontal (*pédoncule antérieur de la couche optique*) ; un postérieur ou occipital qui se porte à l'écorce du lobe occipital (*pédoncule postérieur de la couche optique, radiations optiques de Gratiolet*) ; un inférieur qui va à l'écorce de la région pariéto-temporale (*pédoncule inférieur de la couche optique*). Ce dernier faisceau contribue à former *l'anse pédonculaire de* Gratiolet.

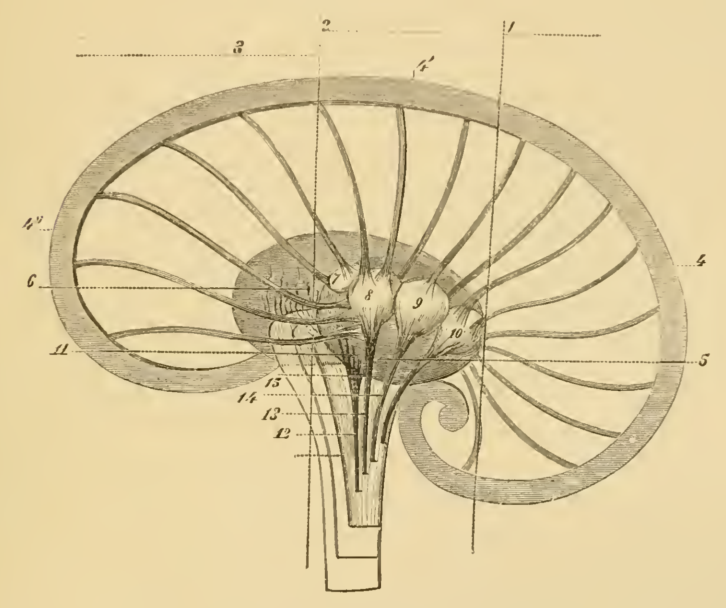


Fig. 164. — Schéma du système des fibres convergentes dans leurs rapports avec les noyaux gris centraux (Luys).

1, fibres convergentes des circonvolutions postérieures du cerveau ; 2, fibres convergentes des circonvolutions médianes du cerveau ; 3, fibres convergentes des circonvolutions antérieures ; 4, 4' et 4'', substance corticale dans ses rapports avec les noyaux gris centraux ; 5, couche optique; 6, corps strié ; 7, centre antérieur olfactif ; 8, centre moyen optique ; 9, centre médian sensitif : 10, centre postérieur acoustique ; 11, région grise centrale ; 12, fibres ascendantes grises de l'innervation viscérale ; 13, fibres grises optiques ; 14, fibres ascendantes sensitives ; 15, fibres ascendantes acoustiques ; 16, série des fibres antéro-latérales de l'axe allant se perdre dans le corps strié.

Enlevez la bandelette optique à la base de l'encéphale, vous rencontrerez un nouveau cordon qui s'avance comme la bandelette d'un côté à l'autre du pédoncule. Ce cordon, dissimulé sous la bandelette optique, c'est *l'anse pédonculaire de Gratiolet* (substance innominée des Allemands). Cette anse (10, fig. 165) comprend trois couches. La première, la plus profonde, est connue sous le nom d'*anse lenticulaire* ; elle est constituée par un faisceau de fibres qui émanent

des lames médullaires du noyau lenticulaire et viennent se rendre, après avoir contourné le pédoncule, dans le pied du pédoncule en se mêlant aux fibres qui longent son bord interne.

La deuxième couche est constituée par un amas de cellules nerveuses d'où dérivent des fibres qui se portent vers la substance grise intra-ventriculaire, et de là s'infléchissent en bas pour descendre dans la calotte du pédoncule en se mélangeant aux fibres du *faisceau longitudinal postérieur*, dont une partie des fibres vient de l'écorce elle-même (Meynert) par la voie de la capsule externe et de la paroi du tuber cinereum (Schnopfhagen) et qui représente la voie commissurale des nerfs moteurs de l'œil (faisceau cortico-protubérantiel).

La troisième couche est formée par un faisceau qu'on désigne sous le nom de *pédoncule inférieur de la couche optique*; ses fibres proviennent de l'écorce de la région sylvienne, croisent de dehors en dedans la face inférieure du pédoncule cérébral et arrivées à son côté interne se redressent vers la couche optique : là elles se divisent en deux portions, l'une externe (3e couche de l'anse pédonculaire de Meynert) qui va se perdre dans le noyau interne de la couche optique; l'autre interne (4e couche de l'anse) qui passe entre la portion directe et la portion réfléchie du pilier antérieur du trigone et va se rendre au stratum zonale du thalamus.

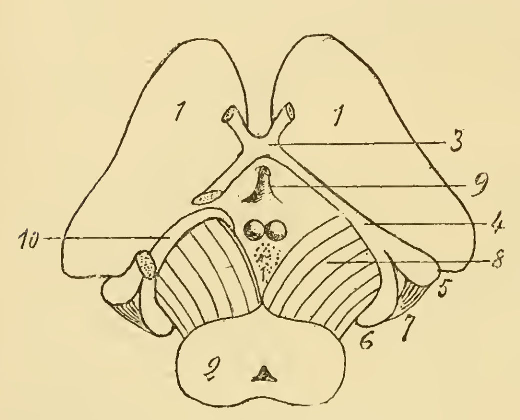


Fig. 165. — Face inférieure des pédoncules et des couches optiques pour montrer l'anse pédonculaire.

1, 1, couche optique; 2, couche transversale des pédoncules; 3, chiasma optique; 4, bandelette optique; 5, corps genouillé externe; 6, corps genouillé interne; 7, bandelette de Rauber; 8, face inférieure du pédoncule; 9, tuber cinereum; 10, anse pédonculaire située au-dessus (dans la position physiologique du cerveau) de la bandelette optique qui a été réséquée dans une certaine longueur de son trajet.

La plupart des physiologistes s'accordent pour admettre que les couches optiques sont l'aboutissant de la plupart des fibres sensitives, soient qu'elles viennent du cervelet par les pédoncules cérébelleux supérieurs, soient qu'elles se rendent dans le bulbe et la moelle par les pédoncules cérébraux.

Pour certains physiologistes (Wundt, Meynert, Nothnagel, Bechterew), les couches optiques seraient des centres sensitifs chargés de recevoir l'impression inconsciente que transforme en mouvement le corps strié (mouvement réflexe); — selon d'autres (Luys-Ferrier), elles seraient les grands centres de réception des impressions sensorielles, des sortes de relais placés sur le trajet des impressions centripètes dans lesquelles ces dernières subiraient une première élaboration avant d'atteindre l'écorce cérébrale, où elles sont définitivement perçues, mais il faut avouer que la physiologie de ces gros ganglions est encore fort imparfaite. Les impressions olfactives passeraient par le centre antérieur ou olfactif; les impressions visuelles par le centre moyen ou optique, etc. (7, 8, 9, 10, fig. 164). — Divers faits pathologiques plaident en faveur de cette manière de voir. Une personne perdit successivement, en l'espace de trois ans, l'odorat, la vue, l'ouïe et la sensi-

bilité générale, et resta par suite insensible à toutes les actions sensorielles externes; — or, à l'autopsie, on constata que les couches optiques, et elles seules (?) avaient été détruites par un néoplasme (HUNTER, A. VOISIN). Dans tous les cas la lésion de ces organes n'affaiblit pas la sensibilité générale (VULPIAN, NOTHNAGEL, FERRIER, LUSSANA, LABORDE). Cependant des résultats expérimentaux concluent que la couche optique est un centre de sentiment et de sensibilité.

RÉGION SOUS-THALAMIQUE. — Au-dessous de la couche optique, la calotte des pédoncules cérébraux, très amoindrie, forme une petite zone qu'on appelle *région sous-thalamique* ou *région sous-optique*. Cette région est constituée de haut en bas par une couche blanche, *couche dorsale* (11, 12, fig. 167) ; une couche réticulaire, *couche incertaine* (17, fig. 173) ; enfin par un noyau de substance grise, le *corps sous-thalamique* ou *corps de Luys* (25, fig. 173).

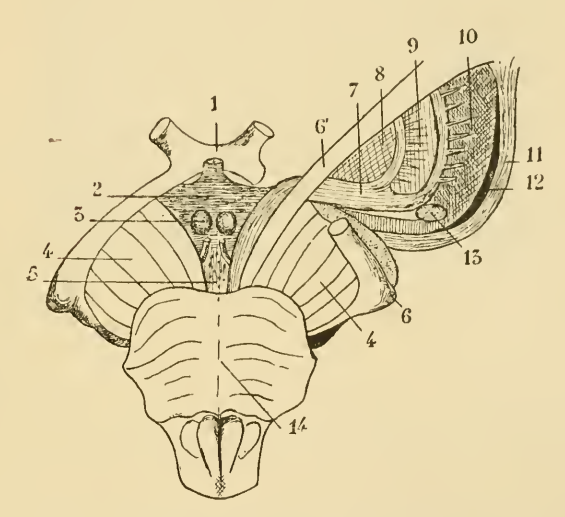


Fig. 166. — Anse du noyau lenticulaire (d'après Brissaud).

1, chiasma optique; 2, tuber cinéréum; 3, tubercule mamillaire; 4, 4, pédoncule cérébral; 5, espace interpédonculaire; 6, corps genouillés; 6', faisceau géniculé; 7, anse lenticulaire; 8, noyau pâle; 9, noyau intermédiaire; 10, noyau externe du noyau lenticulaire; 11, capsule externe; 12, espace virtuel lenticulo-capsulaire; 13, commissure blanche; 14, pont de Varole.

La couche dorsale, immédiatement sous-jacente à la couche optique, est composée de fibres blanches à direction antéro-postérieure. Pour les uns, ces fibres proviennent de la bandelette longitudinale postérieure (MEYNERT) ; pour d'autres du pédoncule cérébelleux supérieur (FOREL).

La couche incertaine (*zona incerta* de FOREL) s'étend transversalement sous la précédente. Elle est constituée par un réticulum de fibres nerveuses et par de petits amas de substance grise irrégulièrement disséminés. Elle est la continuation de la formation réticulaire de la calotte, et va se perdre en avant dans l'anse pédonculaire qui se dégage de la partie inférieure de la couche optique (p. 289). A ce niveau, les fibres émanées du locus niger, du noyau rouge, du corps de Luys, et une partie de celles du ruban de Reil se ramassent en un faisceau qui contourne le noyau lenticulaire sous le nom d'anse du noyau lenticulaire (7 fig. 166).

Le *corps de Luys* ou *olive cérébrale*, est un noyau discoïdal d'un gris jaunâtre, d'une longueur de 10 mill. environ, couché au-dessous de la zone incertaine, entre elle et l'extrémité antérieure du locus niger (12, fig.167). De ses deux extrémités,part un petit faisceau de fibres blanches, dont l'un, l'externe, paraît se rendre dans le globulus pallidus, l'autre, l'interne, dans la substance grise de la base où il constituerait la *commissure de Meynert.*

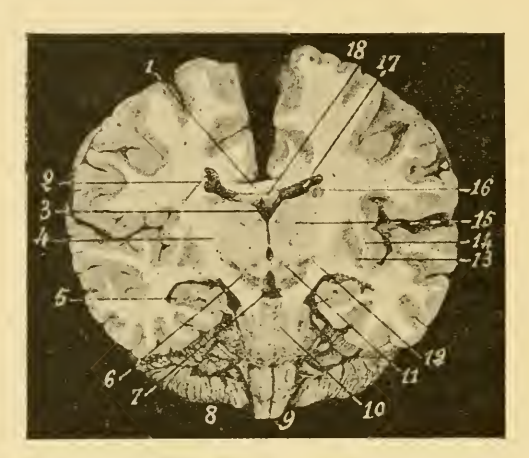


Fig. 167. — Coupe frontale du cerveau passant par le fond de l'espace interpédonculaire pour montrer la région sous-optique (photogravure).

1, corps calleux ; 2, plexus choroïde épinglé ; 3, ventricule moyen ; 4, capsule interne ; 5, corne d'Ammon ; 6, locus niger ; 7, fond de l'espace interpédonculaire ; 8, cervelet ; 9, bulbe rachidien (face antérieure) ; 10, protubérance annulaire ; 11, noyau rouge ; 12, corps de Luys ; 13, noyau lenticulaire ; 14, avant-mur ; 15, couche optique ; 16, tête du noyau caudé ; 17, ventricule latéral (corne frontale) ; 18, piliers antérieurs de la voûte.

Seul, le cerveau des Primates paraît posséder le corps de Luys.

Enfin dans la région sous-thalamique, de chaque côté du sommet du 4e ventricule, en dedans et un peu plus haut que les corps de Luys, on aperçoit l'extrémité antérieure de deux noyaux rougeâtres, les *noyaux rouges de Stilling* (11, fig. 167), qui reçoivent les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs, et émettent des fibres qui se rendent au noyau lenticulaire, peut-être aussi directement à l'écorce, mais surtout des fibres qui se portent à la couche optique.

b. — Corps striés

Le *corps strié*, ainsi appelé à cause des stries blanches qui le traversent, est une masse ganglionnaire qui fait saillie sur le plancher du ventricule latéral dans son prolongement frontal (2 et 3, fig. 168). — Il est situé en avant et un peu en dehors de la couche optique, dont il est séparé par un

sillon opto-strié qui loge la bandelette cornée, la veine du corps strié et la bandelette semi-circulaire, et repose par sa face inférieure sur un ilot de circonvolutions cachées au fond de la scissure de Sylvius, auquel, pour cette raison, on a donné le nom de *lobule du corps strié*, *insula de Reil* (8, fig. 171).

Dans son ensemble, le corps strié représente une masse ovoïde logée dans l'épaisseur du lobe frontal, en relation en dehors avec le lobule de l'Insula et le centre ovale de l'hémisphère, en rapport en dedans avec la couche optique et la lame grise du ventricule moyen, répondant en bas à la base du cerveau et faisant saillie en haut par l'une de ses parties sur le plancher du ventricule latéral, sous la forme d'une éminence en virgule dont la queue est dirigée en arrière et en dehors, et la tête en avant et en dedans.

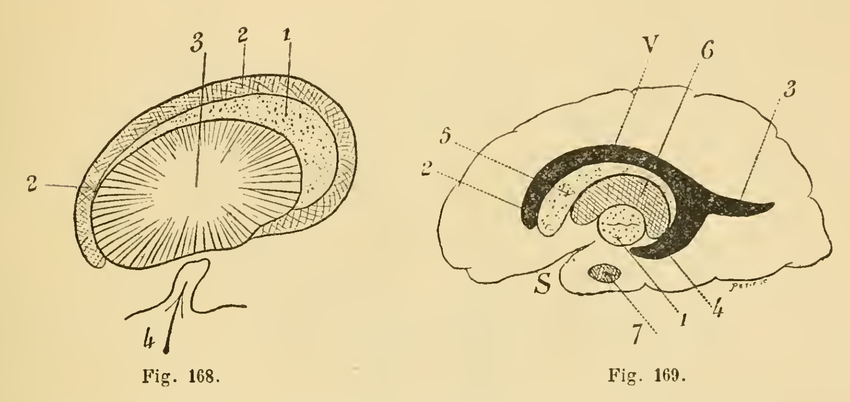


Fig. 168. Fig. 169.

Fig. 168. — Coupe sagittale des noyaux centraux de l'hémisphère.

1, capsule interne; 2, noyau caudé; 3, noyau lenticulaire; 4, espace perforé latéral.

Fig. 169. — Coupe sagittale latérale de l'hémisphère, passant par le ventricule latéral.

1, pédoncule cérébral; 2, corne frontale; 3, corne occipitale; 4, corne sphénoïdale du ventricule latéral; 5, noyau caudé; 6, couche optique; 7, noyau amygdalien; S, scissure de Sylvius.

Mais les corps striés sont des ganglions complexes dont on ne peut prendre connaissance que par une série de coupes de l'hémisphère. — Si l'on fait sur la partie moyenne de ce corps une incision transversale, on voit que la saillie visible sur le plancher du ventricule latéral n'est qu'une portion d'une grosse masse nerveuse, et que le corps strié est constitué par deux gros noyaux de substance gris rougeâtre, *noyau caudé* et *noyau lenticulaire*, séparés l'un de l'autre par un faisceau de substance blanche, *capsule interne* (6', 7, 8, fig. 141, 1 à 5, fig. 179).

Le *noyau caudé*, ainsi appelé à cause de sa forme en poire, est placé en haut et en dedans (noyau supéro-interne); — c'est lui qui fait saillie sur le plancher du ventricule latéral; aussi l'appelle-t-on encore *noyau intra-ventriculaire* du corps strié (35, fig. 140, 6, fig. 179).

Il a la forme d'une virgule dont la tête est dirigée en avant et en dedans

et la queue en arrière et en dehors. Long d'environ 70 millimètres, large au niveau de sa tête de 10 millimètres, et épais de 25 à 30 millimètres, il est couché par son bord concave sur la couche optique dont il n'est séparé que par le sillon opto-strié, sa tête reposant sur le centre ovale du lobe frontal et sur la substance grise de l'espace perforé latéral avec laquelle elle se continue, sa queue s'effilant progressivement tout en gagnant le carrefour ventriculaire, puis en contournant le pédoncule cérébral correspondant pour aller se perdre finalement dans la voûte de la corne sphénoïdale du ventricule latéral. En avant, les têtes des deux noyaux caudés sont très rapprochées; embrassées par la concavité du genou du corps calleux, elles ne sont séparées l'une de l'autre que par la cloison transparente (4, fig. 171). Elles sont traversées à leur base par la commissure blanche antérieure qui se porte de chaque côté vers le lobe temporal.

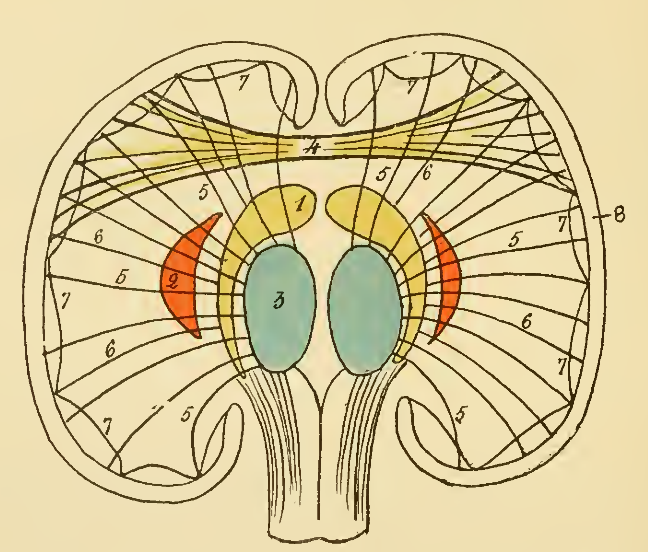


Fig. 170. — Schème des rapports de l'écorce et des noyaux centraux.

1, noyau caudé (en jaune); 2, noyau lenticulaire (en rouge); 3, couche optique (en bleu); 4, corps calleux (commissure inter-hémisphérique); 5, 5, 5, fibres opto-corticales; 6, 6, fibres caudo-corticales; 7, 7, 7, fibres d'association; 8, écorce grise.

Le noyau caudé est relié au pédoncule cérébral par des fibres descendantes et à l'écorce du cerveau par des fibres qui s'infléchissent pour gagner la voie de la capsule interne. Ses éléments cellulaires sont de deux ordres : les uns se rattachent au type sensitif, les autres au type moteur. Les cellules du type moteur sont plus abondantes dans le corps strié que dans la couche optique, mais il est à remarquer cependant que, même dans le noyau caudé, les cellules à prolongements ramifiés (deuxième type de Golgi) sont plus nombreuses que les cellules à un prolongement non ramifié (premier type de Golgi). Ce fait semble venir plaider contre les fonctions motrices que l'on attribue surtout aux corps striés (Marchi).

Le *noyau lenticulaire*, ou noyau inféro-externe, se confond en avant et en bas avec la tête du noyau caudé, au niveau de l'espace perforé (14, 16, fig. 146, 6, 7, fig. 171), mais plus en arrière, il en est séparé par la capsule interne en dehors de laquelle il est placé (26, 27, 29, fig. 172). — En raison de sa situation près du centre du corps de l'hémisphère et en dehors du ventricule, il porte encore le nom de *noyau extra-ventriculaire* du corps strié.

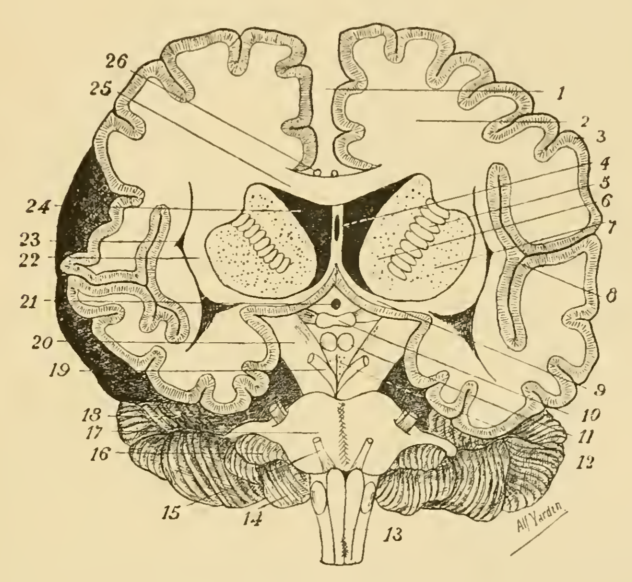


Fig. 171. — Coupe frontale du cerveau passant par le chiasma des nerfs optiques.

1, fente interhémisphérique; 2, centre ovale; 3, écorce; 4, cloison transparente; 5, capsule interne; 6, noyau caudé, et 7, noyau lenticulaire du corps strié; 8, insula de Reil; 9, pédoncule du septum lucidum; 10, chiasma optique; 11, tubercules mamillaires; 12, espace perforé interpédonculaire; 13, bulbe rachidien (face antérieure); 14, amygdale du cervelet; 15, nerf oculo-moteur externe; 16, flocculus; 17, protubérance annulaire; 18, trijumeau; 19, oculo-moteur commun; 20, pédoncule cérébral; 21, infundibulum; 22, capsule externe; 23, avant-mur; 24, ventricule latéral; 25, corps calleux; 26, nerfs de Lancisi.

Si on étudie ce noyau sur des coupes frontales de l'hémisphère, il apparaît sous la forme d'une nappe grise striée de filaments blancs qui se présente sous la forme d'un triangle auquel on peut considérer une face inférieure, une face supérieure, et une face externe. La face inférieure repose sur le centre ovale du lobe temporal; la face supérieure répond à la capsule interne dans toute son étendue; la face externe est simplement accolée contre une lame de substance blanche appartenant au système d'association composée de fibres cortico-thalamiques qui contournent le noyau lenticulaire pour aboutir à la couche optique, c'est ce qu'on appelle : la *capsule externe* (12, fig. 146, 11, fig. 172). Cette disposition explique que dans les hémorrhagies cérébrales occupant cette région, on rencontre fréquemment le

sang collecté en foyer entre la capsule externe et le noyau lenticulaire comme s'il n'avait eu qu'à se réunir dans une cavité. Par son extrémité antérieure le noyau lenticulaire se fusionne avec le noyau caudé; par son extrémité postérieure, il émet des prolongements qui s'enfoncent dans le centre ovale.

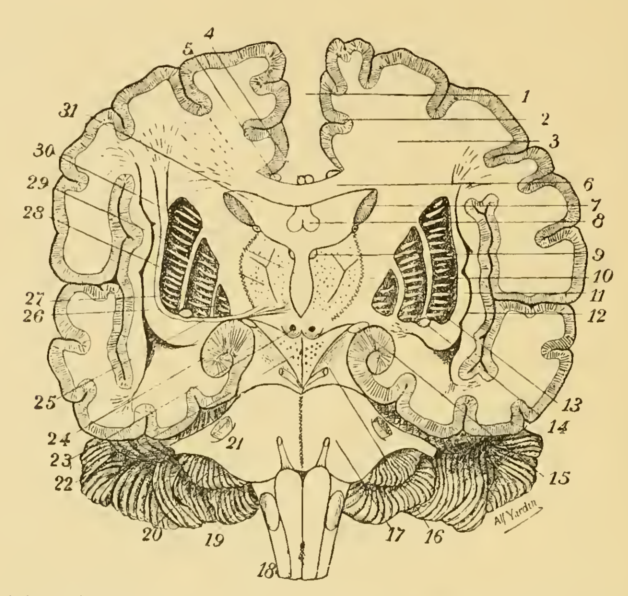


Fig. 172. — Coupe frontale du cerveau passant par les tubercules mamillaires.

1, fente interhémisphérique; 2, écorce grise; 3, centre ovale; 4, tractus médians du corps calleux; 5, tractus latéraux; 6, corps calleux; 7, tête du noyau caudé; 8, trigone; 9, freins de la glande pinéale; 10, capsule interne; 11, capsule externe; 12, avant-mur; 13, putamen; 14, commissure blanche antérieure dans son tunel sous-lenticulaire; 15, bandelette optique; 16, pédoncule cérébral; 17, protubérance annulaire; 18, bulbe rachidien; 19, cervelet; 20, flocculus; 21, trijumeau; 22, espace interpédonculaire; 23, tubercules mamillaires; 24, noyau amygdalien; 25, anse du noyau lenticulaire; 26, globulus pallidus; 27, globulus intermedialis; 28, anse lenticulaire; 29, putamen; 30, ventricule moyen; 31, ventricule latéral.

Le noyau lenticulaire n'est pas homogène comme le noyau caudé. En premier lieu, on remarque qu'il est divisé en trois segments ou membres (24, 28, 31, fig. 141) par deux lames de substance blanche (25, 29, fig. 141), placées de champ dans son épaisseur (cloison interne et cloison externe du noyau lenticulaire).

Ces trois segments se distinguent les uns des autres par leur coloration, qui est plus foncée pour le segment externe, plus pâle pour le segment moyen, plus claire encore pour le segment interne. Le segment externe a reçu de Burdach le nom de *putamen* (29, fig. 172); aux deux autres on a réservé le nom de *globulus pallidus*, le plus interne étant appelé segment interne et l'autre segment externe du *globulus pallidus* (26, 27 fig. 172). Brissaud

nomme le segment interne *globulus medialis* et réserve au segment moyen du noyau lenticulaire le nom de *globulus pallidus*. J'ai l'habitude, pour mon compte,

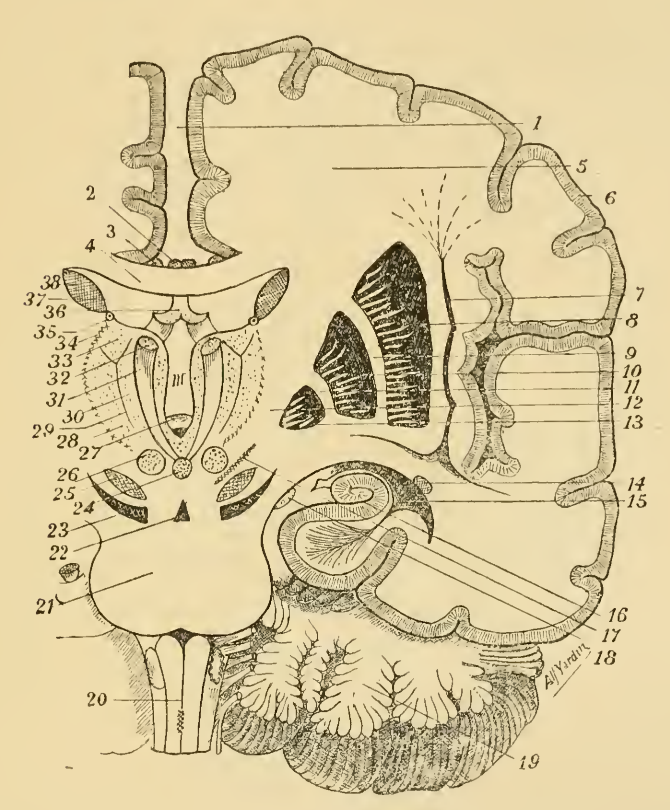


Fig. 173. — Coupe frontale du cerveau passant dans l'espace interpédonculaire.

1, fente interhémisphérique; 2, tractus médians et 3, tractus latéraux du corps calleux; 4, corps calleux; 5, centre ovale; 6, écorce grise; 7, avant-mur; 8, putamen; 9, cloison externe du noyau lenticulaire; 10, globe intermédiaire; 11, cloison interne; 12, capsule interne; 13, globe pâle; 14, queue du noyau caudé; 15, corne sphénoïdale du ventricule latéral; 16, corne d'Ammon; 17, alvéus; 18, bandelette optique; 19, arbre de vie du cervelet; 20, bulbe rachidien (face antérieure); 21, pont de Varole; 22, espace interpédonculaire; 23, locus niger du pédoncule cérébral; 24, ganglion interpédonculaire; 25, corps de Luys; 26, noyau rouge; 27, commissure blanche postérieure; 28, noyau externe de la couche optique limité par la couche grillagée; 29, cloison médiane de la couche optique; 30, noyau interne; 31, faisceau descendant de Meynert; 32, ganglion de l'habénule; 33, noyau antérieur de la couche optique; 34, couche grillagée; 35, veine striée; 36 trigone; 37, ventricule latéral (corne frontale); 38, tête du noyau caudé.

de désigner le segment interne sous le nom de globulus pallibus, et le segment moyen sous celui de *globulus intermedialis*. Le putamen fait corps avec le noyau caudé, le globulus pallidus et le globulus medialis en sont indépen-

dants et le putamen présente un prolongement qui se porte au-dessous du globulus pallidus pour se diriger vers le noyau amygdalien et la paroi du tuber cinereum : c'est le *prolongement temporal du noyau lenticulaire* (Wernicke, Brissaud).

La différence de coloration de ces trois parties tient à la présence de fibres blanches transversales qui rayonnent du sommet vers la base et dont le nombre diminue à mesure qu'on s'écarte du sommet; ces fibres blanches proviennent de la capsule interne (fibres pédonculaires) qui s'engagent dans le noyau lenticulaire. Les unes s'y terminent; les autres se relèvent en suivant les cloisons et sortent du noyau lenticulaire pour gagner l'écorce cérébrale.

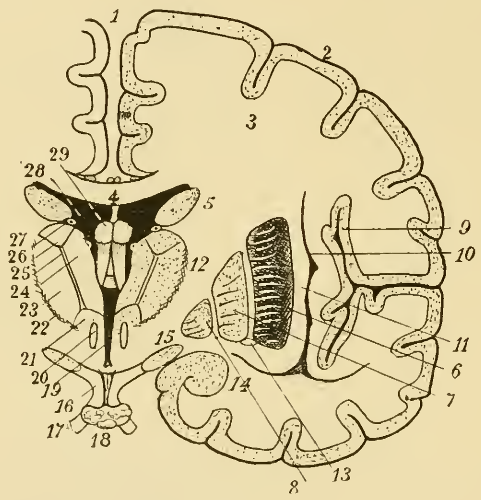


Fig. 174. — Coupe frontale du cerveau passant par la glande pituitaire (face antérieure de la coupe).

1, fente interhémisphérique ; 2, écorce grise ; 3, centre ovale ; 4, corps calleux ; 5, tête du noyau caudé ; 6, putamen ; 7, segment intermédiaire, et 8, segment interne du noyau lenticulaire ; 9, lobe de l'insula ; 10, avant-mur ; 11, capsule externe ; 12, capsule interne ; 13, commissure blanche antérieure ; 14, noyau amygdalien ; 15, bandelette optique ; 16, chiasma des nerfs optiques ; 17, nerf optique ; 18, glande pituitaire ; 19, infundibulum du 3e ventricule ; 20, faisceau de Vicq-d'Azyr ; 21, tubercule postérieur de la couche optique ; 22, couche grillagée ; 23, noyau externe, et 24, noyau interne de la couche optique ; 25, cloison médiane, et 26, noyau antérieur de la couche optique ; 27, veine striée ; 28, ventricule latéral ; 29, piliers antérieurs du trigone.

Ces dernières fibres appartiennent aux fibres pédonculo-corticales directes qui ne traversent pas la capsule interne et dont les recherches anatomo-pathologiques (Charcot, etc.) ont démontré l'existence.

La plus prande partie des fibres qui traversent les cloisons du noyau lenticulaire, parcourent le globulus pallidus de dehors en dedans et sortent près du sommet de ce noyau où elles vont constituer l'*anse du noyau lenticulaire*

qui se rend dans la région sous-optique; réunies à d'autres fibres venant de la couche optique, une partie d'entre elles concourent aussi à former l'*anse pédonculaire de Gratiolet* qui se porte dans la région sous-thalamique.

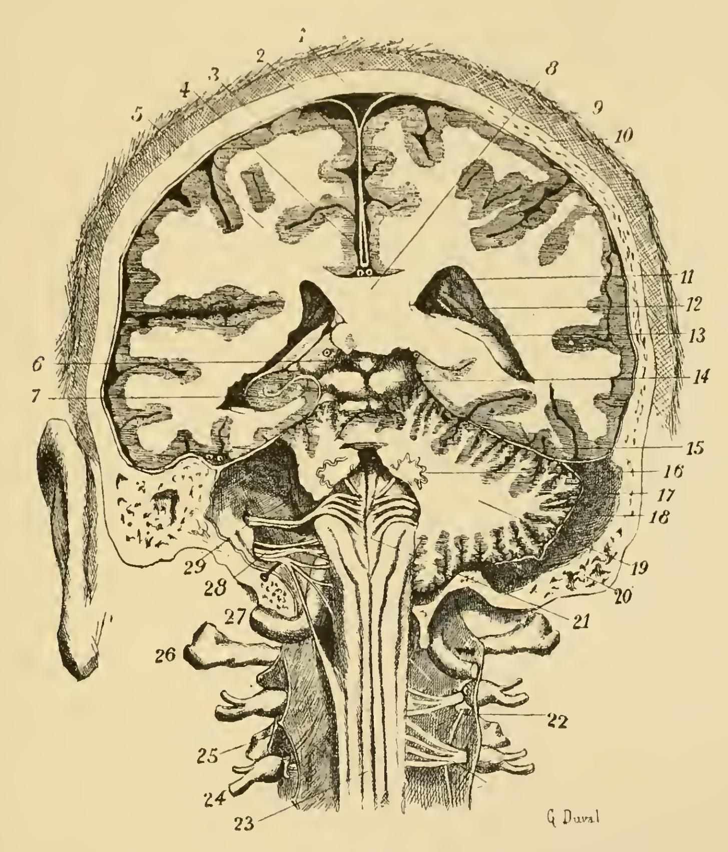


Fig. 175. — Coupe frontale de la tête passant par les apophyses mastoïdes et le bourrelet du corps calleux.

1, sinus longitudinal supérieur; 2, faux du cerveau; 3, écorce du cerveau; 4, sinus longitudinal inférieur; 5, centre ovale; 6, glande pinéale; 7, corne d'Ammon; 8, corps calleux (bourrelet); 9, cuir chevelu; 10, paroi du crâne; 11, ventricule latéral (carrefour); 12, tœnia semi-circulaire; 13, corps bordant; 14, tubercules quadrijumeaux; 15, tente du cervelet; 16, corps denté du cervelet; 17, écorce du cervelet; 18, sinus latéral; 19, substance médullaire du cervelet; 20, cellules mastoïdiennes; 21, plancher du 4e ventricule; 22, dure mère rachidienne fendue et épinglée; 23, face postérieure de la moelle épinière; 24, ganglion rachidien; 25, ligament dentelé; 26, apophyse transverse de l'atlas; 27, artère vertébrale; 28, nerfs du trou déchiré postérieur; 29, nerf acoustico-facial.

La substance grise du noyau lenticulaire est tout à fait analogue à celle du noyau caudé. Le noyau reçoit des fibres du centre ovale (fibres cortico-ganglionnaires) qui le pénètrent par ses faces interne et inférieure, et il en

émet d'autres qui se portent vers le pédoncule (fibres ganglio-pédonculaires).

Si enfin, on étudie le corps strié dans son ensemble, c'est-à-dire pour se rendre compte des relations qu'affectent entre eux les deux noyaux caudé et lenticulaire, voici ce qu'on voit sur des coupes frontales sériées. En arrière, c'est-à-dire dans une coupe passant au-delà du chiasma des nerfs optiques, les deux noyaux sont tout à fait isolés l'un de l'autre par la capsule interne qui passe entre eux; un peu plus en avant, se dégagent de l'un et l'autre noyaux des pointes pyramidales qui s'enfoncent dans la capsule interne; plus loin encore, ces pointes traversent totalement la capsule interne et s'unissent les unes aux autres en constituant des traînées transversales qui subdivisent la capsule interne en une série de tronçons (5, fig. 171); en même temps les deux noyaux se sont unis par leur partie inférieure (pont basal). Il résulte de là, que le corps strié a la forme d'un ⊏, dont la branche supérieure serait représentée par le noyau caudé, la branche inférieure par le noyau lenticulaire et dont le genou, dirigé en avant, représenterait l'union des deux noyaux. Entre les deux branches s'engageraient les faisceaux de la capsule interne (3, fig. 176).

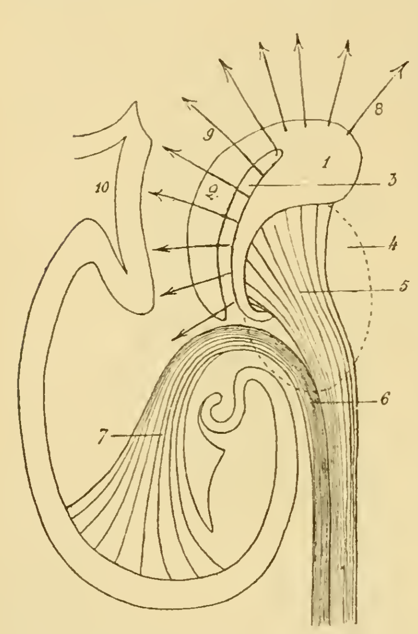


Fig 176. — Rapports des deux noyaux du corps strié entre eux, et trajets pédonculo-striés et pédonculo-corticaux.

1, noyau caudé ; 2, noyau lenticulaire ; 3, capsule interne ; 4, couche optique (en pointillé) ; 5, fibres pédonculo-striées ; 6, fibres pédonculo-corticales (faisceau de Meynert) ; 7, radiations optiques de Gratiolet; 8, 9, couronne rayonnante de Reil, dont 8 représente les fibres caudo-corticales, et 9 les fibres capsulaires ; 10, lobe de l'insula.

Les corps striés sont d'origine corticale, et non pas d'origine centrale comme le thalamus. Ils naissent de la base de la vésicule des hémisphères, de l'écorce, à laquelle ils restent toujours attachés par leur face inférieure au niveau de l'espace perforé antérieur. Ils ont peu d'irradiations vers l'écorce. Aussi, les vastes destructions des lobes cérébraux sont-elles sans grande influence sur les corps striés.

Ils paraissent jouer pour les incitations centrifuges le même rôle que les couches optiques pour les impressions centripètes, c'est-à-dire que l'influx nerveux du mouvement volontaire ordonné par l'écorce descendrait tout d'abord dans les corps striés, où il subirait une première matérialisation avant d'apparaître au grand jour sous l'aspect des mouvements musculaires combinés (Todd et Carpentier, Nothnagel, etc.) On a, en effet, constaté de l'hémiplégie après leur lésion (Vulpian), et Nothnagel y aurait démontré l'existence d'un centre de course irrésistible. Cependant, il faut bien dire qu'actuellement encore nous ne savons guère à quel symptôme exact donne lieu la lésion du corps strié seul (sans compression des parties voisines), c'est-à-dire que nous connaissons peu la physiologie de cet organe, encore que l'analyse des faits expérimentaux semble amener à la conclusion que les corps striés sont des organes moteurs (Laborde).

c. — Avant-mur.

Au corps strié doit être rattachée une mince lame de substance grise, constante chez les Mammifères, placée de champ entre le noyau lenticulaire et le lobe de l'insula.

Cette bandelette, qui dérive de l'écorce au même titre que le corps strié, c'est l'*avant-mur* ou *claustrum* (10, fig. 146 et 174). Cette lame, un peu incurvée en dedans et présentant un ou deux coudes assez aigus, est séparée de la face externe du noyau lenticulaire par une bande de substance blanche, la capsule externe, et des circonvolutions de l'insula par une autre bande analogue, qui n'a point reçu de nom spécial et qui se continue avec le centre ovale.

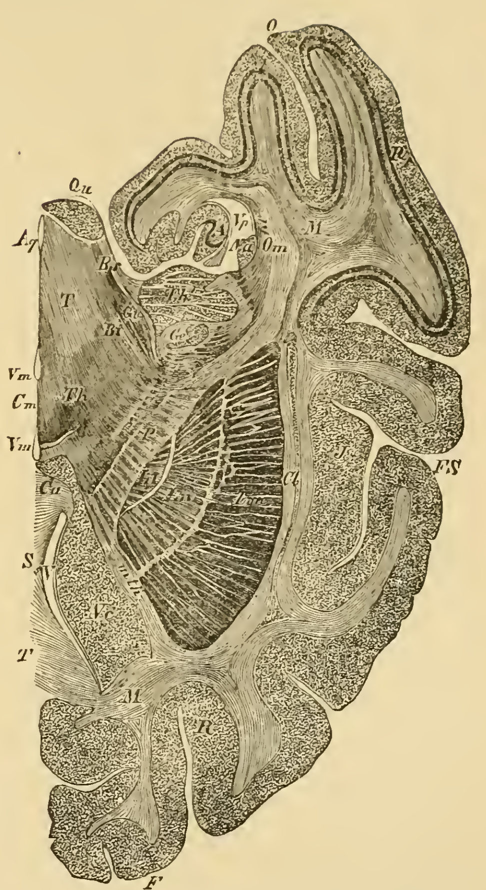


Fig. 177. — Coupe horizontale de l'hémisphère gauche d'un singe (Cercocebus cinomolgus), d'après Meynert.

F, extrémité frontale. — O, extrémité occipitale de l'hémisphère. — R, écorce cérébrale. — FS, scissure de Sylvius. — J, insula. — Cl, Avant-mur. — L_I, L_{II}, L_{III}, les trois segments du noyau lenticulaire. — M, centre ovale de l'hémisphère. — Nc, tête du noyau caudé, et Na, queue de ce noyau. — T, corps calleux. — S, septum lucidum. — Ca, commissure antérieure. — Cm, commissure moyenne. — V, corne frontale, et Vp, corne occipitale du ventricule latéral. — Vm, ventricule moyen. — Th, thalamus. — Th', couche sous-optique. — Qu, tubercule quadrijumeau inférieur. — Aq, aqueduc de Sylvius. — Bs et Bi, bras supérieur et bras inférieur du tubercule quadrijumeau. — Gi, Ge, corps genouillés. — P, capsule interne (irradiation pédonculaire). — Om, irradiations optiques de Gratiolet. — A, corne d'Ammon. — T', tapis du corps calleux, formant la paroi supérieure de la corne occipitale du ventricule latéral. — mth, irradiation frontale de la capsule interne.

L'avant-mur se termine en avant par une pointe effilée qui va se perdre dans l'écorce de la région sylvienne ; en arrière il présente une sorte de base d'où s'échappent des traînées qui se recourbent aussi pour la plupart vers l'écorce cérébrale. Les autres s'enfoncent dans le centre ovale. Constitué surtout par des cellules fusiformes en tout pareilles à celles qu'on rencontre dans la couche profonde de l'écorce, l'avant-mur doit être considéré comme détaché de la partie profonde de l'écorce par le passage d'un paquet de fibres d'association, fibres arquées qui unissent les circonvolutions entre elles.

d. — Noyau amygdalien.

Le *noyau amygdalien*, appelé *ganglion olfactif* par Luys, est un amas de substance grise de la grosseur

d'une aveline, situé dans la pointe du lobe temporal. — Exactement placé à l'extrémité antérieure de la circonvolution de l'hippocampe, il fait assez souvent une légère saillie sur le plancher de la corne sphénoïdale du ventricule latéral, au-devant du pied de la corne d'Ammon (3, fig 149, 12, fig. 146, B, et 7, fig. 169).

C'est un ganglion rougeâtre qui se met en contact avec l'écorce de la pointe du lobe temporal dont il semble n'être qu'une dépendance, encore qu'il tranche un peu par sa coloration sur la coloration grise de l'écorce. Il semble être l'aboutissant du tænia semi-circularis, et selon Luys et d'autres anatomistes, dans son épaisseur viendrait aussi se terminer la racine blanche externe du nerf olfactif, mais cette connexion aurait besoin d'être mieux établie.

10. — Capsule interne.

On donne, depuis Burdach, le nom de *capsule interne*, ou d'*expansion pédonculaire* à une bande épaisse de fibres blanches située entre la couche optique et le noyau caudé d'une part, et le noyau lenticulaire de l'autre. Dans une coupe frontale du cerveau, on la voit suivre un trajet oblique en haut et en dehors entre les noyaux précités, et se continuer en bas, avec le pédoncule cérébral dont elle tire la plupart de ses fibres, en haut avec le centre ovale (10, fig. 172). Au moment où elle se dégage de l'espace resserré ou détroit lenticulo-strié, elle s'épanouit en gerbe pour constituer la couronne rayonnante de Reil, et ce point prend le nom de *pied de la couronne rayonnante.*

Si on étudie la capsule interne sur des coupes horizontales du cerveau à l'aide de la *coupe de Flechsig* ou la *coupe de Brissaud*, par exemple, on la voit se présenter sous la forme d'un angle ouvert en dehors, embrassant le noyau lenticulaire (6', 7, 8, fig. 141, et 1, 2, 3, 4, 5, fig. 179). On s'explique ainsi qu'on ait encore appelé la capsule interne *double centre semi-circulaire de Vieussens.* On peut donc lui considérer deux parties ou segments, et un coude ou genou. Le segment antérieur, placé entre le noyau lenticulaire et le noyau caudé, porte pour cette raison le nom de bras ou *segment lenticulo-strié* (1, 2, fig. 179); le segment postérieur, situé entre le noyau lenticulaire et la couche optique, prend pour la même raison le nom de bras ou *segment lenticulo-optique* (4, 5, fig. 179). Le point de réunion des deux segments est appelé *genou de la capsule interne* (3, fig. 179). Il siège exactement au centre des trois noyaux, appelés noyau caudé, noyau lenticulaire et couche optique.

Constitution de la capsule interne. La capsule interne est constituée par : 1° des fibres pédonculaires (fibres d'un fort calibre ou motrices) qui descendent des régions motrices corticales et vont aboutir aux faisceaux pyramidaux de la moelle (*fibres cortico-pédonculaires directes*) et après avoir suivi le pied des pédoncules ; — 2° des fibres descendantes qui vont de l'écorce au corps strié ou à la couche optique (*fibres cortico-ganglionnaires* ou *indirectes*) ; — 3° par des fibres qui montent de la moelle (fibres d'un petit calibre, fibres sensitives) ou viennent des pédoncules cérébelleux

supérieurs et vont se rendre directement dans l'écorce (*fibres directes*) ou après relais dans les couches optiques (*fibres indirectes*), et après avoir passé par la calotte des pédoncules ; — 4° par des fibres qui montent du pied des pédoncules dans les ganglions centraux (*fibres pédonculo-ganglionnaires*) et pénètrent le noyau caudé par sa face inférieure, le noyau lenticulaire par son sommet.

Outre les fibres pédonculo-corticales ou directes, la capsule interne contient donc des fibres cortico-ganglionnaires et pédonculo-ganglionnaires ou fibres indirectes. Les fibres qui viennent du noyau caudé ou de la couche optique restent en dehors et au-dessus des fibres directes et des fibres lenticulaires, et passent dans la calotte pédonculaire.

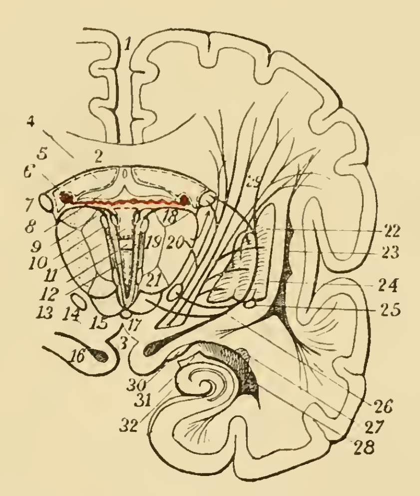


Fig. 178. — Fibres de l'expansion pédonculaire et anse pédonculaire.

1, fente interhémisphérique ; 2, corps calleux ; 3, espace interpédonculaire ; 4, ventricule latéral ; 5, épendyme ; 6, plexus choroïde ; 7, noyau caudé ; 8, trigone ; 9, toile choroïdienne ; 10, ganglion de l'habénule et faisceau descendant de Meynert qui en émerge ; 11, ventricule moyen ; 12, commissure grise ; 13, épendyme ; 14, corps de Luys ; 15, noyau rouge ; 16, locus niger ; 17, noyau interpédonculaire ; 18, noyau antérieur ; 19, noyau interne ; 20, noyau externe et 21, noyau postérieur de la couche optique ; 22, putamen ; 23, avant-mur ; 24, capsule externe ; 25, commissure blanche antérieure dans son tunel sous-lenticulaire ; 26, anse pédonculaire ; 27, queue du noyau caudé ; 28, corne sphénoïdale du ventricule latéral ; 29, couronne rayonnante ; 30, bandelette optique ; 31, corps bordant ; 32, corne d'Ammon.

Les fibres centrifuges ou motrices occupent le genou et la partie antérieure du segment postérieur de la capsule interne, les fibres centripètes ou sensitives, la moitié postérieure du segment postérieur.

Ce qui nous conduit à l'étude de la systématisation dans la capsule interne.

Systématisation ou groupement des faisceaux dans la capsule interne. — Etudiée à l'œil nu ou à l'aide du microscope, la capsule interne se

présente comme homogène et composée de fibres blanches dans lesquelles rien ne peut autoriser à isoler différents segments spéciaux. Mais l'anatomie pathologique d'un côté avec l'étude des dégénérations secondaires, l'embryologie de l'autre avec l'étude du moment d'apparition de la myéline dans

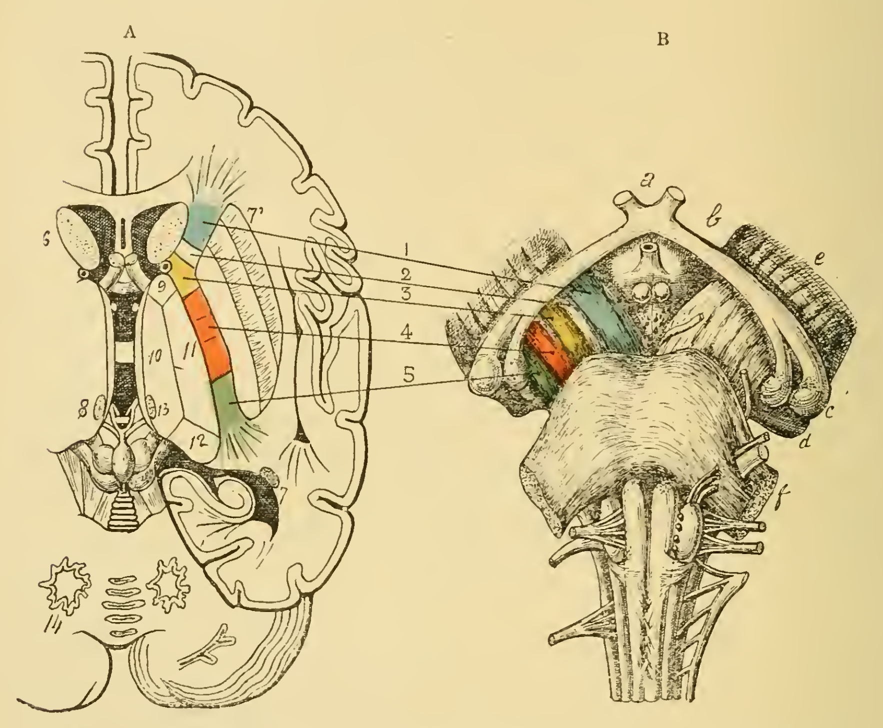


Fig. 179. — Disposition des faisceaux moteurs et sensitifs dans les pédoncules cérébraux et la capsule interne ou expansion pédonculaire.

A. — Coupe horizontale du cerveau passant par les corps opto-striés.

B. — Face inférieure de l'isthme de l'encéphale.

a, chiasma optique; b, bandelette optique; c, corps genouillés; d, pulvinar de la couche optique; e, pédoncule cérébral; f, pédoncule cérébelleux moyen; 1, faisceau frontal ou psychique (en bleu); 2, faisceau de l'aphasie (en blanc); 3, faisceau géniculé (en jaune); 4, faisceau pyramidal (en rouge); 5, faisceau sensitif (en vert); 6, tête du noyau caudé; 6', veine striée; 7', noyau lenticulaire; 7, queue du noyau caudé; 8, couche optique; 9, noyau antérieur; 10, noyau interne; 11, noyau externe; 12, noyau postérieur de la couche optique; 13, noyau de l'habénule.

les faisceaux de fibres nerveuses, nous revèlent un certain nombre de segments parfaitement séparés au double point de vue fonctionnel et pathologique.

La capsule interne comporte donc une systématisation, et nous retrouvons dans l'ensemble de son corps les cinq faisceaux que nous avons

rencontrés dans le pied du pédoncule cérébral. Ce sont : 1° le *faisceau frontal* ou *psychique* (1, fig. 179) qui occupe les 2/3 antérieurs environ du segment antérieur de la capsule qui cotoie la partie la plus interne du pédoncule et pénètre dans la calotte qu'il suit jusqu'à la protubérance (faisceau cortico-protubérantiel); — 2° le *faisceau de l'aphasie* (2, fig. 179) qui siège en arrière du précédent, à la partie inférieure du même segment et s'étend de F^3 aux régions bulbo-protubérantielles; — 3° le *faisceau géniculé* (3, fig. 179) qui occupe le genou de la capsule et descend de l'écorce pour s'arrêter dans les noyaux bulbo-protubérantiels, et comprend lui-même, d'avant en arrière, le *faisceau du facial inférieur*, du *nerf masticateur* et le *faisceau de l'hypoglosse* (mouvements de la face et de la langue); — 4° le *faisceau pyramidal* (mouvements volontaires des membres) qui occupe les 2/3 antérieurs du segment postérieur et descend par la partie moyenne du pédoncule pour se porter dans le faisceau pyramidal de la moelle (4, fig. 179); — 5° le *faisceau sensitif* (5, fig. 179) qui occupe le 1/3 postérieur du bras postérieur de la capsule, et comprend le *faisceau de Meynert* ou *faisceau occipital* qui vient des régions protubérantielles, en passant par la région la plus externe du pédoncule, et le *faisceau du ruban de Reil*, qui contient à la fois des fibres sensitives d'origine médullaire, des fibres optiques et olfactives et va se terminer dans les régions pariéto-occipitales de l'hémisphère.

En sortant de la capsule, ces cinq faisceaux passent dans la couronne rayonnante où nous les retrouverons dans un instant.

Les faisceaux irradiés qui constituent la capsule sont donc : 1° des irradiations du globulus pallidus qui longent le bras antérieur; 2° des irradiations antérieures ou frontales et postérieures ou occipitales de la couche optique, qui suivent le bord interne de la capsule et s'épanouissent ensuite dans le centre ovale; 3° des irradiations optiques qui viennent des tubercules nates, des corps genouillés externes et du pulvinar, et suivent la partie la plus reculée du bras postérieur (carrefour sensitif) pour se répandre dans le lobe occipital; 4° des irradiations pédonculaires, enfin, que nous avons précédemment suivies une à une.

Il est rare que les lésions en foyer de la capsule interne soient assez limitées pour donner lieu à une localisation précise des faisceaux moteurs. Cependant quelques observations (Garel et Dor, etc.), sont conformes à l'expérimentation (Horsley et Beevor) pour attester que l'échelonnement des faisceaux que nous avons admis dans le faisceau géniculé et le faisceau pyramidal sont bien réels. Il en est de même de la partie postérieure du segment postérieur. Aussi les lésions des deux tiers antérieurs de la capsule interne déterminent-elles des troubles de la motilité. Si la lésion est destructive, il y a *hémiplégie*, puis dégénération secondaire descendante des faisceaux et de la contracture. S'il y a seulement irritation, il y a des troubles moteurs particuliers, *hémichorée, hémiathétose*, troubles de la coordination motrice qui succèdent le plus ordinairement à la paralysie (hémichorée post-hémiplégique), mais qui, dans certains cas, peuvent la précéder. Ces phénomènes du reste n'appartiennent pas en propre aux lésions de la capsule interne. Ils peuvent tout aussi bien résulter d'une lésion des régions correspondantes du centre ovale ou de l'écorce cérébrale.

La lésion atteint-elle le faisceau frontal ou le faisceau géniculé, la dégénérescence descendante ne dépasse jamais les régions bulbo-protubérantielles. Frappe-t-elle le faisceau pyramidal, au contraire, la dégénérescence, après être passée par la région moyenne du

pied du pédoncule, gagne la pyramide correspondante du bulbe, et au-dessous de l'entre-croisement des pyramides se continue dans le faisceau pyramidal du côté opposé de la moelle épinière.

Cette sclérose secondaire des cordons conducteurs de la motricité (sclérose des cordons latéraux) s'accompagne de contractures qu'annoncent l'exagération du réflexe tendineux (phénomène du genou, signe de Wesphal) et la trépidation épileptoïde provoquée du côté paralysé, symptomatologie qui apparaît toutes les fois au reste que sont frappés les cordons pyramidaux, primitivement comme dans le *tabes dorsal spasmodique*, ou secondairement comme dans les dégénérations descendantes, conséquences de lésions cérébrales.

De même, les lésions du tiers postérieur de la capsule interne donnent lieu à des troubles sensitifs, à une *hémianesthésie sensitivo-sensorielle* qui, elle aussi, quand la destruction n'est pas complète, peut être remplacée, comme l'hémiplégie l'était par l'hémichorée, par une *hémidysesthésie*. De plus, comme les lésions de la partie externe du faisceau sensitif dans le carrefour, donnent lieu à l'hémianesthésie seule sans abolition des sensibilités spéciales, il y a lieu de penser que les fibres en rapport avec ces dernières passent par la partie la plus interne du carrefour. La lésion de cette zone détermine en effet l'*amblyopie* et l'*hémianopsie*, la surdité, l'anosmie et la paralysie du goût du côté opposé.

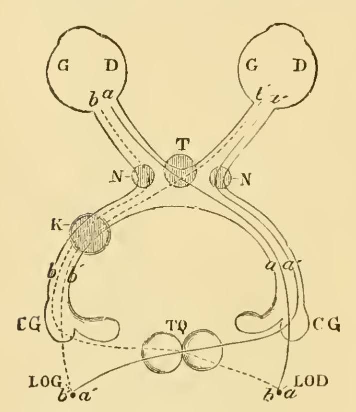


Fig. 180. — Schéma de l'entre-croisement des tractus optiques (Charcot).

T, semi-entre-croisement dans le chiasma optique. — TQ, entre-croisement postérieur aux corps genouillés. — GG, corps genouillés. — a', b', fibres qui ne s'entre-croisent pas dans le chiasma. — b, a, fibres qui s'entrecroisent dans le chiasma. — b' a', fibres venant de l'œil droit, qui se rencontrent dans l'hémisphère gauche LOG; — LOD, hémisphère droit. — K, lésion du tractus optique gauche, provoquant l'hémiopie gauche latérale — LOG, une lésion en ce point provoque l'ambliopie croisée gauche. — T, lésion provoquant l'hémiopie nasale. — N, N, lésion produisant l'hémiopie temporale.

Dans l'hémianesthésie d'origine cérébrale, il peut de plus y avoir amblyopie croisée, d'où il s'ensuit que les racines optiques subiraient un entrecroisement total dans le cerveau. Charcot a essayé de schématiser cette disposition dans la figure 180 que nous lui empruntons.

II. — Substance blanche ou centre ovale des hémisphères.

Du manteau de substance grise qui recouvre les hémisphères du cerveau, émergent ou aboutissent des fibres blanches qui constituent la substance blanche des hémisphères, le *centre ovale*, et réunissent la substance corticale aux noyaux gris centraux et aux pédoncules cérébraux. — On peut diviser ces fibres en trois groupes.

Le premier groupe comprend les *fibres d'association* ou *fibres commissurales intra-hémisphériques* qui réunissent les divers points d'un même hémisphère. Ce sont : 1° des fibres (3, fig. 181) qui s'étendent en arc d'une circonvolution à la circonvolution voisine (*fibres arciformes*); — 2° un faisceau longitudinal (5, fig. 181) qui chemine dans la circonvolution du corps calleux, établit des communications entre le lobe frontal, le lobe occipital et le sommet du lobe sphénoïdal et fait partie du système commissural de l'appareil olfactif; — 3° un faisceau longitudinal supérieur

(4, fig. 181), *faisceau arqué (fasciculus arcuatus)*, qui s'étend du lobe frontal au lobe occipital à travers le centre ovale; — 4° un faisceau unciforme, *fasciculus uncinatus* (8, fig. 181) qui se dégage de la troisième circonvolution frontale, traverse la base de l'Insula, puis se réfléchit en décrivant une anse autour de la fosse de Sylvius, et se porte dans le lobe sphénoïdal, où il se termine dans le noyau amygdalien (Meynert); — 5° un faisceau longitudinal inférieur (7, fig. 181) qui s'étend du pôle occipital au pôle temporal et constitue en partie le tapis des cornes occipitale et sphénoïdale du ventricule latéral.

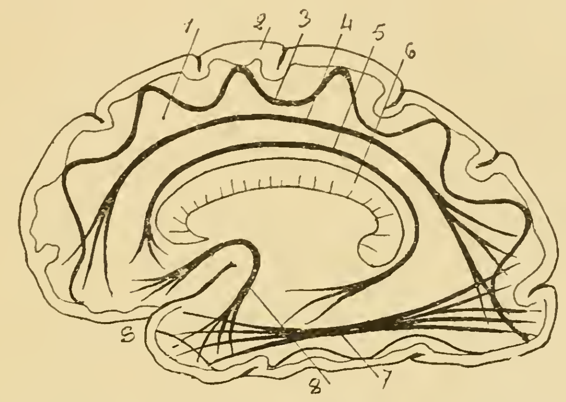


Fig. 181. — Faisceaux commissuraux intra-hémisphériques (Edinger).

1, substance blanche du corps de l'hémisphère; 2, écorce grise; 3, faisceau arqué; 4, faisceau longitudinal supérieur; 5, faisceau de l'ourlet; 6, corps calleux; 7, faisceau longitudinal inférieur; 8, faisceau unciforme.

Le deuxième groupe de fibres comprend les *fibres commissurales interhémisphériques* destinées à réunir les régions homologues des deux hémisphères. — Ce sont : le *corps calleux;* — la *commissure blanche antérieure;* — la *commissure blanche postérieure* et la *commissure de la base du cerveau* (commissure de Meynert et commissure de Gudden), toutes formations qui nous sont maintenant connues.

Le troisième groupe de fibres comprend les fibres *rayonnantes* ou *convergentes* (système d'irradiation).

Ce système comprend les fibres qui, des pédoncules cérébraux et des noyaux gris centraux, s'épanouissent dans l'écorce du cerveau. Presque toutes passent par la capsule interne, et au sortir de ce passage ou détroit, elles divergent de façon à former une sorte de gerbe qui entremêle ses fibres aux fibres arciformes et commissurales, et que l'on appelle la *couronne rayonnante de Reil.* Ces fibres sont donc de deux ordres : 1° des *fibres directes* qui traversent la capsule interne, puis la couronne rayonnante, sans s'arrêter ou subir de relais, et établissent une communication entre l'écorce et les noyaux bulbo-protubérantiels, ou la substance grise du cervelet ou celle de

la moelle; — 2° des *fibres cortico-ganglionnaires* qui réunissent l'écorce au corps strié ou à la couche optique. Une petite partie de ces fibres, le faisceau inférieur du noyau lenticulaire, le pédoncule inférieur de la couche optique qui se portent dans le lobe temporal, ne traversent pas la capsule interne.

Voyons comment se disposent les faisceaux de la capsule interne ou *fibres irradiées*, pendant leur trajet dans le centre ovale.

Le *faisceau psychique*, en passant de la capsule interne dans le centre ovale, s'infléchit en avant et se porte dans le lobe frontal, notamment dans les deux premières circonvolutions (F^1 et F^2) et dans la partie antérieure de F^3.

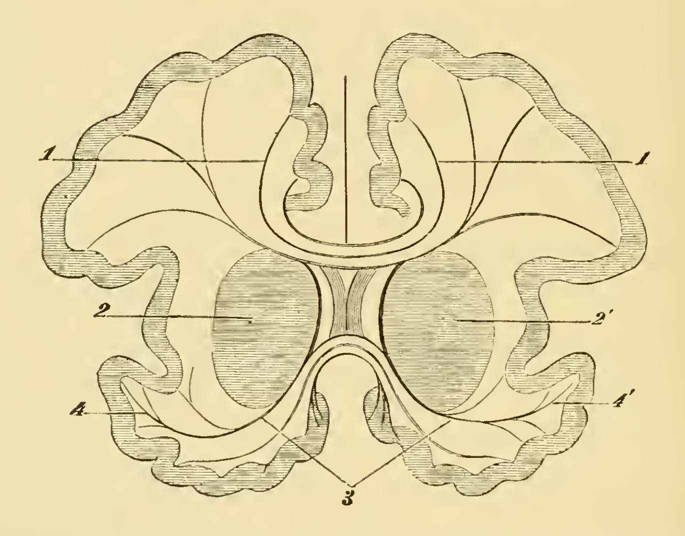


Fig. 182. — Schéma des fibres commissurantes, au niveau du corps strié (Luys).

1, 1', groupe des fibres transversales supérieures, emboîtées les unes dans les autres; 2, 2, substance grise du corps strié; 3, 4, et 4', groupe de fibres commissurantes inférieures.

Le *faisceau de l'aphasie* s'incline en dehors et vient se perdre dans le pied de F^3.

Le *faisceau géniculé* (faisceau moteur volontaire pour la face et la langue) longe en arrière le faisceau de l'aphasie et vient se perdre dans le pied de la circonvolution frontale ascendante (F^a).

Le *faisceau pyramidal* (faisceau cérébral ou moteur volontaire pour le tronc et les membres) se dirige en dehors et en haut en s'irradiant en éventail et vient se terminer dans les circonvolutions frontale et pariétale ascendantes ainsi que dans le lobule paracentral. Dans leur ensemble les faisceaux géniculé et pyramidal contiennent les conducteurs de la motricité volontaire. C'est pour cette raison qu'on a donné à la zone de l'écorce à laquelle ils aboutissent le nom de *zone motrice* ou *zone épileptogène*. Comme cette zone (région rolandique), nous le verrons, comporte plusieurs centres moteurs

distincts, centre des membres inférieurs, centre des membres supérieurs, etc., il est rationnel d'admettre que les conducteurs qui en proviennent sont aussi spécialisés et distincts physiologiquement dans le centre ovale. Nous verrons, en effet, en temps voulu, que les lésions des fibres du centre ovale ou lésions sous-corticales, donnent lieu aux mêmes symptômes paralytiques que les destructions des centres auxquelles elles correspondent.

Depuis les travaux de Lichtheim et de Wernicke (1885) nous savons que l'aphasie motrice ou sensorielle peut être produite, non seulement par la destruction des centres corticaux de mémoire motrice ou sensorielle correspondante, mais encore par la destruction des fibres qui aboutissent à ces centres ou en partent, ou bien par des lésions qui, isolant ces centres, les séparent du centre complexe où se fait l'association des images, et auquel on a donné le nom de centre d'idéation.

Cette *aphasie motrice sous-corticale* peut être reconnue pendant la vie, parce que, dans ce cas, les images motrices vocales ou d'articulation sont conservées, car lorsque le malade veut prononcer un mot, il fait autant d'effort d'expiration que ce mot contient de syllabes, ou bien encore peut indiquer, avec les doigts, le nombre de syllabes que contiennent les mots qu'il ne peut prononcer. L'aphasie relève dans ces circonstances de la rupture des fibres qui relient la circonvolution de Broca aux noyaux bulbaires et qui sont destinées à actionner ces noyaux dans le mécanisme du langage.

Dernièrement Déjerine rapportait deux remarquables exemples de cette affection (*Compte rendu Soc. de Biologie*, p. 155, 6 mars 1891).

Quand on incise l'écorce autour du centre moteur d'un membre, les fonctions de ce centre disparaissent (Exner et Paneth) ; elles cessent aussi lorsqu'on enlève la pie-mère sur ce centre. Dans le premier cas, l'abolition fonctionnelle s'explique par la section des fibres d'association ; dans le second, par l'ischémie des éléments nerveux. Ces fibres d'association permettent d'expliquer les réflexes cérébraux les plus compliqués, et ces réflexes c'est toute la vie cérébrale, nous le verrons.

Le *faisceau sensitif* qui, dans la capsule interne, ne contenait que les conducteurs de la sensibilité générale (fibres du ruban de Reil), et les fils sensoriels de l'ouïe, du goût et de l'olfaction, reçoit à la partie la plus reculée de la capsule interne, en ce point désigné par Charcot sous le nom de *carrefour sensitif*, un faisceau additionnel qui provient de la couche optique et des corps genouillés et représentant les fibres intra-cérébrales des nerfs optiques. Ainsi renforcé, le faisceau sensitif, qui contient maintenant tous les conducteurs de la sensibilité générale et spéciale, diverge en gerbe et se porte vers l'écorce, en disposant ses fibres en deux groupes : un groupe de *fibres verticales* qui montent vers les zones rolandique et pariétale; un groupe de *fibres horizontales* qui s'infléchissent en arrière en contournant le bord externe de la corne occipitale du ventricule latéral et en se disposant en un épais faisceau pyramidal dont la pointe regarde le pôle occipital (*radiations optiques de Gratiolet*). — Les fibres de ce groupe se terminent successivement dans les circonvolutions pariéto-occipitales et temporo-occipitales.

On prend une idée exacte de la *topographie des fibres du centre ovale* par les *coupes frontales de Pitres*, qui divisent l'hémisphère en sept tranches, parallèlement à la scissure de Rolando.

Ces coupes sont d'avant en arrière : 1° La *coupe préfrontale* (1, 1, fig. 183) qui

passe à 4 ou 5 centimètres en avant de la scissure de Rolando : son centre ovale est composé de conducteurs (faisceaux dits psychiques de la capsule interne) qui se rendent aux circonvolutions frontales à l'exception de leur pied ; ses lésions ne nous apprennent rien sur sa valeur physiologique, car elles restent *inexpressives*, c'est-à-dire qu'elles n'attaquent ni le mouvement ni la sensibilité. C'est une zone latente.

2° La *coupe pédiculo-frontale* (2, 2, fig. 183) passe par le pied des trois circonvolutions frontales et rencontre les faisceaux pédiculo-frontaux supérieur, moyen et inférieur se rendant au pied des circonvolutions frontales correspondantes; le centre ovale à ce niveau renferme donc les conducteurs qui vont au pied de la 2e et de la 3e circonvolution frontale; c'est dire que la lésion de ces faisceaux conduit à l'*agraphie* comme à l'*aphasie* aussi bien que si les centres corticaux eux-mêmes étaient frappés ; car, que la lésion porte sur le centre cortical (lésions corticales) ou sur les fils conducteurs (lésions sous-corticales), le résultat est absolument le même. A ce niveau la coupe nous présente encore les deux noyaux du corps strié séparé par la capsule interne

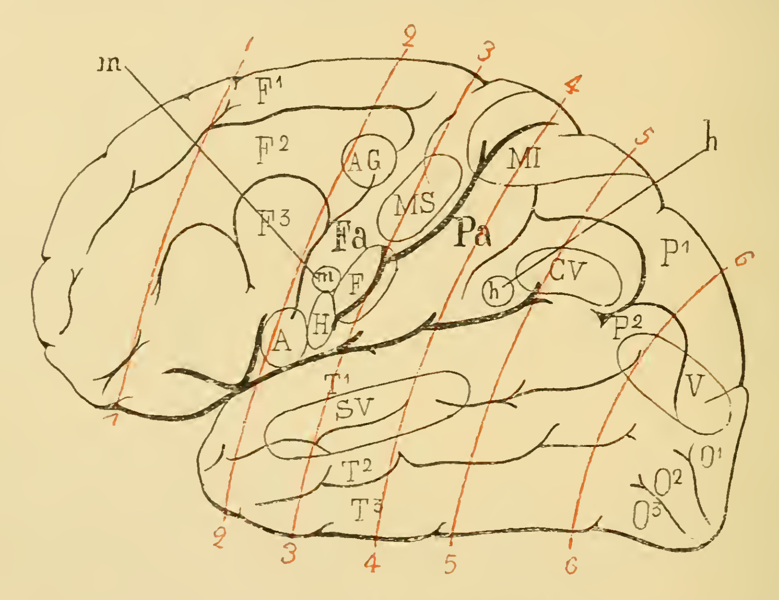


Fig. 183. — Coupes rontales du cerveau (coupes de Pitres).

1, 1, coupe préfrontale ; 2, 2, coupe pédiculo-frontale ; 3, 3, coupe frontale ; 4, 4, coupe pédiculo-pariétale ; 5, 5, coupe pariétale ; 6, 6, coupe occipitale.

3° La *coupe frontale* (3, 3, fig. 183) passe par la circonvolution frontale ascendante; elle intéresse les faisceaux frontaux supérieurs qui répondent au centre cortical des mouvements des membres inférieurs et les faisceaux frontaux moyens qui se rendent dans la région du centre des membres supérieurs, tous deux appartenant au faisceau pyramidal ou cérébral moteur ; les faisceaux frontaux inférieurs qui correspondent au centre moteur de la face, faisceau géniculé de la capsule interne, les faisceaux temporaux qui se rendent à l'écorce temporale. Cette coupe présente donc trois étages : un supérieur moteur des membres, un moyen moteur de la face (faisceau géniculé), un inférieur sensitif. — Au centre, on voit la coupe de noyau caudé et lenticulaire séparé l'un de l'autre par la capsule interne, et la couche optique.

4° La *coupe pariétale* (4, 4, fig. 183) passe par la circonvolution pariétale ascendante :

le centre ovale y est composé par quatre groupes de fibres, qui sont de haut en bas, le faisceau pariétal supérieur, le faisceau pariétal moyen, le faisceau pariétal inférieur, et le faisceau temporal. Cette coupe rappelle beaucoup la précédente et traverse la région motrice (zone rolandique) et au niveau du faisceau temporal, elle correspond au centre de la surdité verbale. Son centre ovale ne contient que les fibres radiées du faisceau pyramidal.

5° La *coupe pédiculo-pariétale* (5,5,fig.183) présente trois faisceaux qui aboutissent à la circonvolution pariétale supérieure (*f. pédiculo-pariétal supérieur*), à la circonvolution pariétale inférieure (*f. pédiculo-pariétal inférieur*), et au-dessous, le faisceau qui se rend au lobe temporal (*f. temporal*). Cette coupe passant par le pli courbe rencontre les faisceaux qui se rendent au centre de la cécité verbale (*f. pédiculo-pariétal inférieur*), et dans son champ n'existent que les fibres irradiées du faisceau sensitif. Sur cette coupe, on ne voit plus que la tête et la queue du noyau caudé, le noyau lenticulaire et l'avant-mur ont disparu.

6° La *coupe occipitale* (6, 6, fig. 183) passe à 1 centimètre en avant de la scissure pariéto-occipitale externe. Elle ressemble à la coupe préfrontale, et, comme elle, elle a un centre ovale composé de fibres *inexpressives*. Son champ est entièrement constitué par les fibres du faisceau sensitif (*f. occipitaux*). Cependant, comme elle répond aux trajets optiques, ses lésions ne restent pas comme absolument inexpressives.

D'après ce que je viens de dire, on peut donc distinguer trois zones dans le cerveau : une zone antérieure ou frontale (improprement appelée préfrontale); une zone postérieure ou occipitale et une zone moyenne ou rolandique. Les deux premières zones sont des *zones latentes*, c'est à dire des zones dont la lésion ne donne lieu à aucun phénomène caractéristique du côté du mouvement ou de la sensibilité; la zone moyenne, au contraire, qui embrasse les circonvolutions rolandiques, y compris le lobule paracentral et à gauche le pied de F^1 et de F^2, ainsi que le centre de T^1 et celui de P^2, est une zone réactionnelle : c'est la *zone psycho-motrice*. Les fils conducteurs que nous trouvons dans le centre ovale correspondant y sont déjà groupés, car des lésions isolées de ce centre déterminent des *monoplégies* (Pitres), c'est-à-dire des paralysies localisées (1).

12. — Trajet général des faisceaux encéphalo-médullaires.

Dans les études précédentes, nous avons suivi les faisceaux nerveux de la moelle épinière, du bulbe rachidien et du cervelet, dans l'isthme de l'encéphale et de là jusqu'à l'écorce du cerveau ou les noyaux opto-striés. Ces faisceaux étant continus, nous aurions dû, pour rester dans la réalité, les poursuivre d'un seul jet de leur origine à leur terminaison. Si nous n'avons point agi ainsi, c'est pour ne point briser les exigences des descriptions classiques et systématiques. Mais maintenant que nous avons parcouru les différents segments du névraxe un à un, nous allons faire le résumé synthétique des trajets nerveux encéphalo-médullaires en suivant les faisceaux de l'écorce du cerveau jusque dans les parties sous-jacentes du névraxe.

1° *Faisceau frontal ou psychique*. Ce faisceau naît de la plus grande partie de l'écorce du lobe frontal, à l'exception du pied des trois frontales longitudinales. Dans le centre ovale, il constitue les faisceaux préfrontaux. Dans la capsule interne il occupe les 2/3 antérieurs du segment lenticulo-

(1) Voy. sur les Rapports réciproques de la substance blanche et de la substance grise : C. Giacomini, *Guida allo studio delle circonvoluzioni cerebrali dell' Uomo*, Torino 1884. — A. Conti, *Rapporto fra sostanza bianca e sostanza grigia nel cervello umano*, Torino, 1884.

strié ; dans le pédoncule il passe par la partie la plus interne de l'étage inférieur. Le faisceau frontal descend vraisemblablement jusqu'aux noyaux bulbo-protubérantiels, mais son trajet au-dessous du pédoncule n'est pas connu.



Fig. 184. — Schème des trajets principaux dans les centres nerveux qui sont sensés vus par transparence (vue de côté).

M, moelle épinière ; B, bulbe rachidien ; C, cervelet ; S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; T, lobe temporal ; a, sillon antérieur, et r, sillon postérieur de la moelle ; 1, 1, écorce grise du cerveau ; 2, centre ovale ; 3, couche optique ; 4, noyau caudé ; 5, noyau rouge ; 6, tubercules quadrijumeaux ; 7, faisceau frontal ou psychique ; 8, entrecroisement de ce faisceau sur la ligne médiane avec son homologue du côté opposé ; 9, faisceau pyramidal ; 10, faisceau de Meynert ; 11, noyaux du pont de Varole ; 12, faisceau bulbo-cérébelleux ; 13, olive du bulbe ; 14, faisceau pyramidal direct ; 15, faisceau pyramidal croisé ; 16, noyau de Goll ; 17, noyau de Burdach ; 18, entrecroisement des rubans de Reil ; 19, pédoncules cérébelleux moyens ; 20, olive du cervelet ; 21, entrecroisement des pédoncules cérébelleux supérieurs, 22. — Les trajets moteurs sont en rouge, les trajets sensitifs en bleu.

2° *Faisceau de l'aphasie.* Ce faisceau, que l'on peut considérer comme le faisceau conducteur de la parole, part du pied de la circonvolution de Broca. Dans le centre ovale, il correspond au faisceau pédiculo-frontal inférieur ; dans la capsule interne, il occupe le tiers postérieur du segment antérieur, immédiatement derrière le faisceau psychique, en avant du faisceau géniculé ; dans le pédoncule il est placé entre le faisceau psychi-

que et le faisceau géniculé, et de là il va se perdre, d'une façon peu connue encore, dans les noyaux bulbo-protubérantiels. Avec le faisceau géniculé, on le considère généralement comme le faisceau volontaire des nerfs crâniens moteurs, celui qui transmet à leurs centres bulbo-protubérantiels le commandement du cerveau.

3° *Faisceau géniculé.* L'origine corticale du faisceau géniculé, si bien étudié par BISSAUD, est le pied de la frontale ascendante et le pli de passage fronto-pariétal inférieur. Dans le centre ovale il constitue le faisceau frontal inférieur (3e coupe de Pitres), contenant à la fois le *faisceau facial inférieur*, le *faisceau masticateur*, le *faisceau de l'hypoglosse*, et une partie du *faisceau laryngé* ; dans la capsule interne il occupe la région du genou de la capsule ; dans le pédoncule, il longe le côté externe du faisceau de la parole ; dans la protubérance il se place en arrière et en dedans du faisceau pyramidal ; enfin, il se divise en trois faisceaux secondaires, qui s'entrecroisent sur la ligne médiane avec leurs homologues du côté opposé, et viennent aboutir respectivement au noyau masticateur du trijumeau, au noyau propre du facial et aux noyaux du grand hypoglosse. Quelques-unes de ces fibres se rendent très vraisemblablement au noyau moteur du spinal (nerf laryngé).

4° *Faisceau pyramidal.* Faisceau moteur volontaire des muscles du tronc et des membres, comme le faisceau géniculé est le faisceau moteur volontaire des muscles de la face, de la langue et de la glotte, le faisceau pyramidal (9, fig. 184, et 24, fig. 185) naît dans l'écorce de la zone rolandique ou motrice du cerveau (2/3 supérieurs de la frontale ascendante, pariétale ascendante, lobule paracentral). Dans le centre ovale il constitue les faisceaux frontaux supérieur (membres inférieurs) et moyen (membres supérieurs) de la 3e coupe de Pitres ou coupe frontale, et les faisceaux pariétaux supérieur (membres inférieurs) et moyen (membres supérieurs) de la 4e coupe de Pitres ou coupe pariétale. — Dans la capsule interne, il répond aux 2/3 antérieurs du segment lenticulo-optique ; dans le pédoncule, il passe dans la région moyenne de l'étage inférieur ou pied, et descend de là dans la protubérance annulaire où il constitue le plan le plus inférieur des fibres longitudinales. Dans le bulbe, il occupe la partie la plus antérieure de la pyramide, se dédouble au niveau du collet, en faisceau direct (*faisceau de Türck*) et faisceau croisé (*pyramidal croisé*), et passe dans la moelle épinière, où ses fibres s'arrêtent successivement dans les cellules des cornes antérieures, celles du faisceau direct dans la moitié corespondante de la moelle, celles du faisceau croisé dans la moitié opposée de la moelle.

Le faisceau pyramidal est donc conducteur de la volonté pour les mouvements du tronc et des membres, et, comme le prouvent les dégénérations secondaires à la suite de lésions corticales ou autres, son action trophique et physiologique est centrifuge. Le cerveau moteur est donc trophique pour le faisceau pyramidal comme les cornes antérieures de la moelle le sont pour les racines antérieures des nerfs. Toute une série de troubles du mouvement, variables selon qu'ils relèvent de la paralysie ou de l'irritation secondaire, sont fatalement liés à ses lésions : monoplégies, hémiplégies, aphasies, contractures précoces ou tardives, convulsions, hémichorée, athétose.

Lorsqu'une lésion du centre ovale (abcès, tumeurs, hémorrhagies, etc.) ne donne pas

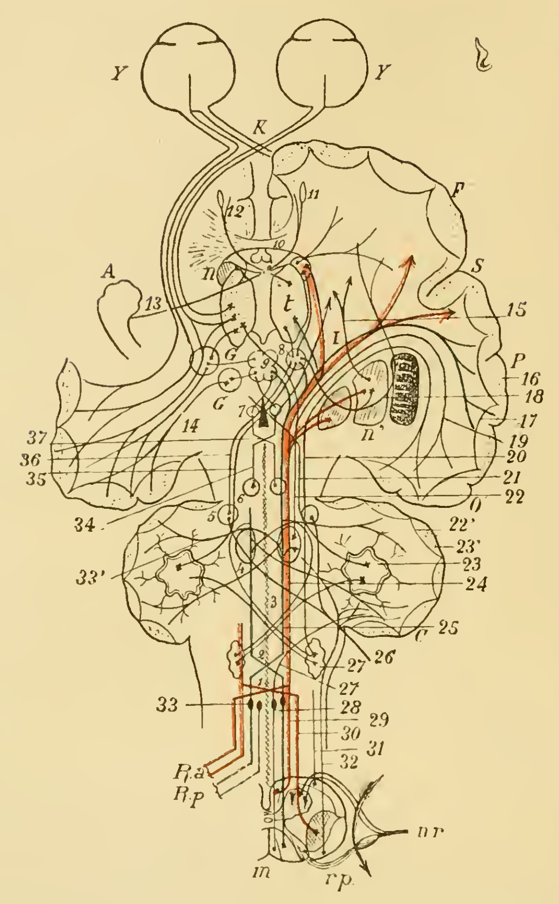


Fig. 185. — Schème des trajets dans les centres nerveux (vue de face), trajets qui sont sensés vus par transparence.

m, moelle épinière ; ra, racine antérieure ; rp, racine postérieure ; nr, nerf rachidien ; C, cervelet ; S, scissure de Sylvius ; F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; y, y, les deux yeux ; K, chiasma optique ; n, tête du noyau caudé ; n', noyau lenticulaire ; t, couche optique ; G, G, corps genouillés ; I, capsule interne ; A, corne d'Ammon ; 1, entrecroisement des pyramides au niveau du collet du bulbe ; 2, entrecroisement des faisceaux sensitifs ; 3, raphé bulbo-protubérantiel ; 4, noyaux de la protubérance annulaire ; 5, noyaux du toit ; 6, noyaux des nerfs bulbo-protubérantiels ; 7, noyaux des nerfs de l'œil placés de chaque côté de l'aqueduc de Sylvius ; 8, noyau rouge ; 9, tubercules quadrijumeaux ; 10, corps calleux ; 11, bulbe olfactif ; 12, racine grise du nerf olfactif ; 13, racine blanche du nerf olfactif (les 2 s'entrecroisent sur la ligne médiane pour former un chiasma olfactif) ; 14, radiations optiques ; 15, fibres lenticulo-corticales ; 16, écorce du cerveau ; 17, fibres arquées ou d'association ; 18, anse du noyau lenticulaire ; 19, 20, faisceau de Meynert ; 21, pédoncule cérébelleux supérieur ; 22, fibres bulbo-thalamiques ; 22', fibres d'association du cervelet ; 23, olive du cervelet ; 23', écorce du cervelet ; 24, faisceau pyramidal (en rouge) ; 25, ruban de Reil (en bleu) ; 26, nerf acoustique ; 27, olive du bulbe ; 28, noyau de Goll ; 29, faisceau pyramidal direct ; 30, faisceau pyramidal croisé ; 31, faisceau de Gowers ; 32, faisceau cérébelleux de Flechsig ; 33, noyau de Burdach ; 33'. pédoncule cérébelleux moyen ; 34, racine cérébrale des nerfs bulbaires ; 35, 36, pédoncule cérébelleux supérieur ; 37, entrecroisement des nerfs moteurs de l'œil.

lieu à ces phénomènes, on doit considérer, non pas qu'elle écarte simplement les faisceaux sans les interrompre, mais qu'elle siège en dehors des faisceaux excito-moteurs volontaires. Il en est de même encore des contractures qui accompagnent le plus souvent les inondations ventriculaires ou les hémorrhagies sous-méningées : dans ces circonstances on doit admettre que ces lésions portent atteinte à des parties constituantes du cerveau moteur (Pitres).

5° *Faisceau sensitif.* Ce faisceau prend naissance dans l'écorce des lobes pariétal, occipital et temporal (*cerveau sensitif* de Ballet), écorce qui, à l'inverse de celle de la région rolandique (*cerveau moteur* de Charcot), ne semble pas être partagée en centres distincts. Toutefois, ce qui paraît vrai pour la sensibilité générale, ne l'est pas pour la sensibilité spéciale ou sensorielle, car nous savons que dans la première circonvolution temporale (T^1) on a localisé le centre de la *surdité verbale;* que dans la circonvolution pariétale inférieure (P^2) on a localisé le *centre de l'hémianopsie*, que d'autres reportent jusque dans le cunéus du lobe occipital ; — qu'enfin dans le pli courbe (P^2) on a placé le *centre de la cécité verbale.*

Quoi qu'il en soit, émané de la zone sensitive du cerveau, le faisceau sensitif (18, fig. 184, et 25 fig. 185) descend dans le centre ovale où il constitue les deux faisceaux pédiculo-pariétaux et le faisceau temporal (5e coupe de Pitres ou coupe pédiculo-pariétale), ainsi que les faisceaux occipitaux (6e coupe de Pitres ou coupe occipitale). Le faisceau pédiculo-pariétal inférieur contient les fibres de l'hémianopsie et le faisceau temporal renferme celles de la surdité verbale. Dans les faisceaux occipitaux passent les fibres optiques (centre visuel, cécité verbale). Dans la capsule interne, le faisceau sensitif passe dans le tiers postérieur du segment lenticulo-optique. Arrivé dans le pédoncule, il se divise en deux faisceaux secondaires : a) en un faisceau qui occupe la partie externe du pied du pédoncule et descend dans la protubérance et le bulbe, où il forme le plan moyen des trajets nerveux et où il s'entrecroise avec celui du côté opposé pour descendre ensuite dans le faisceau de Burdach et le faisceau latéral profond de la moelle ; b) en un second faisceau qui descend dans la calotte pédonculaire et l'isthme sous le nom de ruban de Reil. Ce dernier occupe la partie la plus reculée de la capsule interne, s'entrecroise avec son homologue du côté opposé au niveau des tubercules quadrijumeaux auxquels il abandonne des fibres, et descend dans la calotte du pédoncule, puis dans l'étage supérieur de la protubérance annulaire. Au-delà, nous savons déjà qu'il se continue, d'une part, avec le faisceau de Gowers, d'autre part, avec les cordons postérieurs de la moelle, après avoir contracté d'intimes connexions avec les noyaux postpyramidaux (noyaux de Burdach et de Goll).

Une lésion assez restreinte du carrefour sensitif, en raison de la condensation en ce point de toutes les fibres sensitives, peut donner lieu à l'*hémianesthésie* du côté opposé du corps, et à des phénomènes concomittants d'*anosmie* et d'*amblyopie*. Si l'on se rappelle qu'à son passage à travers le bulbe et la protubérance, le faisceau sensitif se grossit des fibres cérébrales des nerfs crâniens, y compris les fibres gustatives et auditives, on comprendra de même qu'une lésion localisée dans un point correspondant du pédoncule, puisse produire une hémianesthésie complète et croisée

dans laquelle l'ouïe et le goût pourront être compris, tandis que la vue et l'odorat resteront intacts, puisque les origines olfactives et optiques sont plus élevées.

Quelques faisceaux, indépendants des précédents, relient encore l'écorce ou les noyaux centraux du cerveau à la moelle allongée. Ce sont : 1° le *faisceau central de la calotte* de Bechterew, qui part de la substance grise du ventricule moyen, passe en dedans du noyau rouge de Stilling, s'entrecroise avec le faisceau similaire du côté opposé et descend dans la protubérance, puis le bulbe où il paraît se terminer dans les olives ; — 2° le *faisceau longitudinal postérieur*, qui semble contourner la face inférieure du noyau lenticulaire, et va de là se perdre dans des points indéterminés encore de l'écorce ; — 3° le *faisceau de la commissure*, qui descend de la commissure blanche postérieure et va se terminer dans le noyau accessoire d'origine de l'oculo-moteur commun.

Le cervelet à son tour est uni à la moelle et au cerveau. Par ses trois pédoncules il est relié au bulbe, au mésocéphale et au cerveau. Les *pédoncules cérébelleux supérieurs* partent du corps denté intra-cérébelleux, s'entrecroisent au-devant des tubercules quadrijumeaux, pénètrent dans le noyau rouge de Stilling, contournent la partie postérieure de la couche optique, se redressent ensuite et vont se terminer dans un point encore inconnu de l'écorce. Les *pédoncules cérébelleux inférieurs* s'étendent de l'écorce du cervelet et des noyaux du toit d'un côté, à l'olive bulbaire du côté opposé, et par une partie de leurs fibres vont constituer le faisceau cérébelleux direct et le faisceau de Goll de la moelle épinière. Les *pédoncules cérébelleux moyens* partent de l'écorce du cervelet et vont former trois groupes de fibres, dont les premières se perdent dans les noyaux du pont de Varole, où elles se mettent en communication avec les fibres cérébro-médullaires centripètes et centrifuges (Pierret), dont les secondes remontent dans l'hémisphère cérébelleux du côté opposé et dont les dernières s'incurvent en haut pour suivre le pédoncule cérébral.

Tout noyau spinal a des fibres périphériques qui vont aux muscles ou viennent des surfaces sensibles, ce sont les nerfs rachidiens ; — il possède aussi des fibres centrales qui vont au cerveau auquel elles conduisent les impressions, ou en viennent en en rapportant les ordres. — Ces fibres centrales sont le faisceau cérébral ou pyramidal pour la voie motrice ; les voies sensitives sont encore mal déterminées. — De même, tout centre de nerf crânien est en relation avec l'extérieur par ses racines périphériques, et avec le cerveau par ses fibres centrales. Ces fibres centrales sortent du noyau d'origine et toutes sont croisées, à part le pathétique peut-être, qui subit une décussation complète de ses fibres efférentes. Elles passent alors dans les pédoncules et se rendent dans l'écorce du cerveau. C'est ainsi que l'on explique les paralysies alternes dans les lésions de la protubérance, la lésion pouvant fort bien frapper à la fois les fibres cérébrales des membres, non encore décussées, et celles de la face déjà entrecroisées. La paralysie des membres ne sera donc pas du même côté que la paralysie de la face, et réciproquement.

13. — Vaisseaux du cerveau.

La distribution des vaisseaux du cerveau n'est bien connue que depuis les recherches d'Heubner (1872) et de Duret (1872-1874).

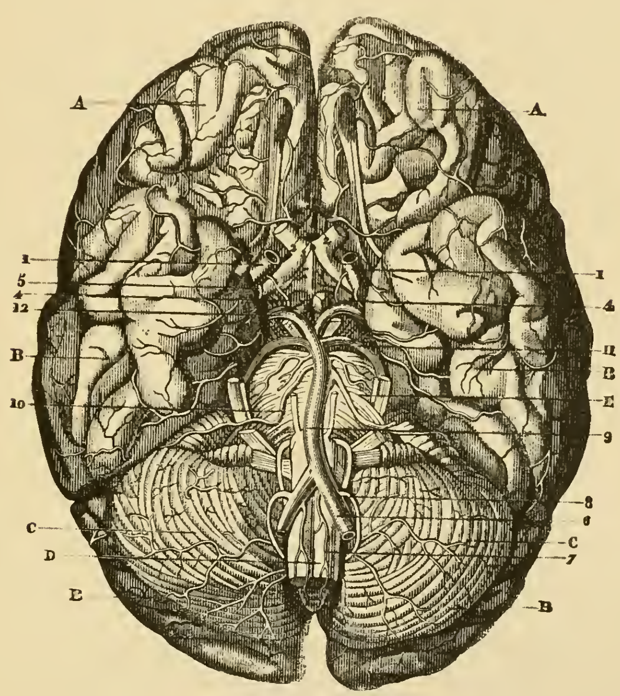


Fig. 186. — Artères de la base de l'encéphale.

A, A, lobes antérieurs du cerveau ; B, B, B, B, lobes postérieurs du cerveau ; C, C, cervelet ; D, bulbe rachidien ; E, protubérance annulaire ; 1, 1, artère carotide interne ; 2, 2, artère cérébrale antérieure ; 3, artère communicante antérieure (l'artère cérébrale moyenne est cachée dans la scissure de Sylvius) ; 4, 4, artère communicante postérieure ; 5, artère choroïdienne ; 6, artère vertébrale ; 7, artère spinale antérieure ; 8, artère cérébelleuse inférieure et postérieure ; 9, tronc basilaire ; 10, artère cérébelleuse inférieure et antérieure ; 11, artère cérébelleuse supérieure ; 12, artère cérébelleuse postérieure.

Les artères du cerveau peuvent être divisées en trois groupes : *a.* le *système des artères corticales* ou *système artériel des circonvolutions* ; — *b.* le *système des artères centrales* ou *système artériel des ganglions centraux.* — Ces deux systèmes n'ont entre eux que de rares et peu importantes communications ; — aussi a-t-on considéré les deux systèmes comme indépendants l'un de l'autre ; — *c.* le troisième groupe comprend les *artères ventriculaires* ou *choroïdiennes.*

Le système des artères corticales est constitué par les trois artères cérébrales, — celui des artères centrales par un grand nombre de petites artères émanées du cercle de Willis ou du pied des artères cérébrales.

a. Artères corticales. — Le sang est porté aux circonvolutions cérébrales par les trois artères cérébrales, cérébrale antérieure, cérébrale moyenne, cérébrale postérieure, qui irriguent chacune un *département* limité, bien que l'isolement ne soit pas aussi complet que l'a admis DURET ; — d'autre part, les rameaux de ces artères départementales ne s'anastomosent que fort peu entre eux, de façon que chacun d'eux irrigue à son tour un *territoire* isolé. Cette disposition explique les nécrobioses localisées de l'écorce du cerveau à la suite d'oblitération de certains vaisseaux, soit par embolie, soit par thrombose.

Selon DURET, la circulation artérielle des deux hémisphères est jusqu'à un certain point indépendante ; — sans doute les deux cérébrales antérieures sont réunies par la communicante antérieure et les cérébrales postérieures présentent quelques communications sur la ligne médiane, mais les sylviennes des deux hémisphères restent à peu près tout à fait indépendantes l'une de l'autre.

J. BISCONS (*Rech. anat. et physiol. sur les artères cérébrales* (thèse de Bordeaux, 1890), a confirmé en grande partie l'opinion de DURET, puisqu'il dit que le système des artères centrales *paraît* être indépendant du système des artères corticales, mais il remarque, en outre, que toutes ces dernières ont entre elles de fines anastomoses (artères de la pie-mère).

Cette disposition vasculaire serait-elle spéciale au cerveau de l'homme?

Quoi qu'il en soit, G. VALENTI et G. D'ABUNDO (*Societa Toscana di Science naturali in Pisa*, 17 nov. 1889) ont annoncé que dans le fœtus du lapin, du chat, de la brebis et du bœuf, les vaisseaux de l'encéphale s'anastomosent largement en anses et en réseaux.

Département de la cérébrale antérieure.— L'*artère cérébrale antérieure* contourne le genou du corps calleux (1, fig. 188) et suit la face interne de l'hémisphère en longeant à peu près le sillon calloso-marginal et se perd dans le lobule quadrilatère.— Indépendamment de quelques rameaux qu'elle fournit au corps calleux et au *gyrus fornicatus*, elle émet trois branches qui irriguent autant de territoires : 1° une *antérieure*, qui naît au niveau du genou du corps calleux et se rend dans la partie antérieure de la circonvolution frontale interne et dans le lobule orbitaire ; — 2° une *moyenne*, qui fournit à la partie postérieure de la circonvolution frontale interne, au lobule paracentral, et, passant à la surface externe de l'hémisphère, envoie des rameaux à la première et à la deuxième frontale, ainsi qu'à la partie supérieure des frontale et pariétale ascendantes ; — 3° une *postérieure*, qui se distribue tout entière au lobule quatrilatère.

Département de la cérébrale moyenne. —L'*artère cérébrale moyenne* ou *artère Sylvienne* (3,fig. 188), ainsi appelée parce que son territoire comprend la vallée de Sylvius et ses affluents, s'enfonce dans la scissure de Sylvius et arrivée à l'insula de Reil, elle se divise en cinq branches qui émergent de la scissure pour aller se distribuer aux circonvolutions environnantes. — La *première* se rend dans la circonvolution de Broca (territoire de l'aphasie) ; — la *seconde* se porte dans la frontale ascendante et le pied de la deuxième frontale; — la *troisième* se rend dans la pariétale ascendante et le lobule pariétal supérieur ; la *quatrième* dans le lobule pariétal inférieur; — la *cinquième* à la première temporo-sphénoïdale. Cette artère comprend donc dans son domaine tout l'*appareil des signes* (perception auditive et visuelle des mots, expression par la mimique, la parole et l'écriture).

Département de la cérébrale postérieure. — Originaire du tronc basilaire, l'*artère cérébrale postérieure* (2, fig. 188) se dirige vers la face interne du lobe occipital et se divise en trois branches : une *antérieure*, qui se rend à la partie antérieure des cirvonvolutions tem-

poro-occipitales ; — une *moyenne*, qui se distribue à la partie moyenne des mêmes circonvolutions ; — une *postérieure*, qui se rend aux circonvolutions du lobe occipital. Tous ces rameaux artériels rampent à la surface du cerveau dans l'épaisseur de la pie-mère où ils forment le réseau extrêmement riche de cette membrane essentiellement vasculaire. De la face profonde de ce réseau s'échappe une pluie d'artérioles qui s'enfoncent perpendiculairement dans l'épaisseur du cerveau. — Les unes, *artères courtes* ou *corticales*, s'épuisent dans la substance corticale en un chevelu d'une très grande richesse ; — les autres, *artères longues* ou *médullaires*, traversent la substance grise et s'enfoncent dans la substance blanche jusqu'au voisinage des noyaux centraux.

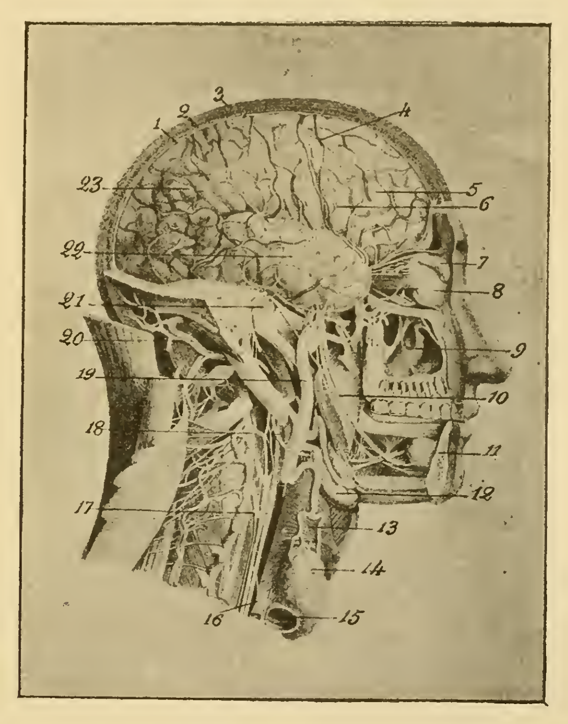


Fig. 187. — Rapports de l'encéphale avec la boîte crânienne. Vaisseaux de la face externe de l'hémisphère droit du cerveau.

1, dure-mère ; 2, crâne ; 3, cuir chevelu ; 4, grande veine de Trolard ; 5, lobe frontal ; 6, troisième circonvolution frontale ; 7, glande lacrymale ; 8, globe de l'œil ; 9, sinus maxillaire ; 10, nerf lingual ; 11, maxillaire inférieur sectionné ; 12, glande sous-maxillaire ; 13, larynx ; 14, glande thyroïde ; 15, trachée-artère ; 16, œsophage ; 17, nerf pneumogastrique et grand sympathique ; 18, hypoglosse ; 19, artère carotide externe ; 20, artère occipitale ; 21, membrane du tympan ; 22, lobe temporal ; 23, lobe pariétal.

b. **Artères centrales.** — Les *artères des ganglions centraux du cerveau* naissent du pourtour du cercle de Willis ou des troncs qui constituent ce cercle artériel. — Elles pénètrent verticalement dans le cerveau par sa base pour se porter dans les couches optiques et les corps striés. On peut les diviser en deux groupes : l'un *antérieur*, l'autre *postérieur*.

Le *groupe antérieur*, double et symétrique, est fourni à la fois par la cérébrale antérieure et la cérébrale moyenne, mais surtout par cette dernière. — Il est formé par des artérioles qui pénètrent par l'espace perforé latéral. L'artère cérébrale antérieure fournit pour son compte un bouquet d'artérioles inconstantes, qui vont pénétrer dans la tête du noyau caudé.

Les artères fournies par la sylvienne abordent le corps strié par sa face inférieure et là se divisent en deux groupes : 1° les *artères striées internes* qui traversent le noyau lenticulaire, puis la capsule interne pour aller se perdre dans le noyau caudé; — 2° les *artères striées externes* qui pénètrent dans la partie externe du noyau lenticulaire et traversent ensuite la capsule externe en se divisant en deux groupes : l'un antérieur, *artères lenticulo-striées*, qui se rendent au noyau caudé, et parmi elles un rameau remarquable par son volume et sa longueur, *l'artère de l'hémorrhagie cérébrale* ou *artère de Charcot* (14, fig. 155); — l'autre groupe ou groupe postérieur, *artères lenticulo-optiques* qui vont se perdre dans les parties antérieure et externe de la couche optique (artères optiques externes).

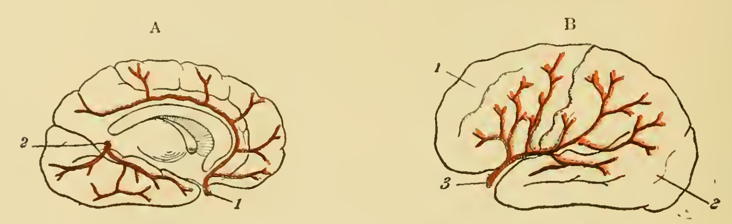


Fig. 188. — Territoires vasculaires de la surface du cerveau.

A, face externe, et B, face interne. — 1, cérébrale antérieure ; 2, cérébrale postérieure, et 3, cérébrale moyenne.

Le *groupe postérieur des artères centrales* est unique et médian ; — il pénètre dans le cerveau par l'espace perforé postérieur et se compose d'artérioles qui naissent de l'origine de l'artère cérébrale postérieure et vont se rendre pour la plupart dans la couche optique sous le nom d'*artères optiques inférieures et internes*, et *postérieures interne et externe*. — Le plancher du troisième ventricule et sa paroi postérieure reçoivent leurs artères de la communicante postérieure ; — la paroi antérieure du même ventricule reçoit les siennes de la communicante antérieure. — La cérébrale postérieure fournit aussi des rameaux au noyau lenticulaire et à la capsule interne (Kolisko). Enfin, la corne d'Ammon reçoit une artère spéciale qui vient de la cérébrale postérieure, *artère de la corne d'Ammon*, et l'ergot de Morand une qui émerge de l'artère occipitale, *artère de l'ergot de Morand*.

Artères ventriculaires. — Les artères ventriculaires entrent dans les ventricules avec la pie-mère interne. — Elles sont au nombre de trois : 1° *l'artère choroïdienne antérieure* ou *inférieure* (5, fig. 186) qui naît de la terminaison de la carotide interne ou de la sylvienne et pénètre dans la corne sphénoïdale pour se rendre dans les plexus choroïdes et donner quelques rameaux au crochet de l'hippocampe ; — 2° *l'artère choroïdienne postérieure et latérale* (Duret) qui vient de la cérébrale postérieure, pénètre entre les deux feuillets de la toile choroïdienne et se divise en deux rameaux, dont l'un se ramifie uniquement dans la toile, alors que l'autre se rend aux plexus choroïdes du ventricule latéral ; 3° *l'artère choroïdienne postérieure moyenne* émerge, soit de la cérébrale postérieure, soit des cérébelleuses supérieures, et se termine également par deux rameaux, l'un destiné à

la toile choroïdienne, l'autre aux plexus choroïdes du ventricule moyen. Les artères de la toile donnent des rameaux aux parties voisines (parois du ventricule moyen), tandis que celles des plexus choroïdes ne fournissent aucune branche aux parois ventriculaires.



Fig. 189. — Rapports de l'encéphale avec la boîte crânienne. Vaisseaux de la face interne de l'hémisphère gauche du cerveau.

1, couche optique 2, trigone ; 3, corps calleux ; 4, artère cérébrale antérieure ; 5, nerf optique ; 6, nerf glosso-pharyngien ; 7, trachée artère ; 8, œsophage et nerf laryngé inférieur ; 9, artère carotide ; 10, nerf pneumogastrique ; 11, moelle épinière ; 12, grand hypoglosse ; 13, artère vertébrale ; 14, ganglion de Gasser ; 15, corps genouillés ; 16, artère cérébrale postérieure.

Les artères cérébrales sont soumises, comme les artères des autres organes, à l'influence des nerfs vaso-moteurs. Ce sont ces nerfs qui règlent la circulation de l'encéphale. Pendant le travail cérébral il y a vaso-dilatation, le cerveau se congestionne et sa température augmente. Il en est de même pendant le rêve. Au contraire, pendant le sommeil sans rêves, il y a anémie du cerveau (Mosso, François Franck). L'anémie et l'ischémie cérébrale jouent un grand rôle en neuropathologie. Brown-Séquard a considéré l'épilepsie comme la conséquence de troubles vaso-moteurs de la région bulbaire. La migraine ophthalmique serait elle aussi provoquée par une variation dans le calibre des artérioles du cerveau (contractions spasmodiques des vaisseaux suivies d'ischémie consécutive : Dubois Reymond) sous l'action du sympathique cervical. Certaines formes d'aphasie transitoire, de mélancolie (Ball), d'hallucinations (Luys, Binet, Féré), d'impulsions irrésistibles (Féré), etc., trouveraient leur explication dans les troubles vasculaires cérébraux,

Enfin, l'athérome, les anévrysmes des artères de la base du cerveau, peuvent donner lieu, par rupture artérielle, à des hémorrhagies méningées, et CHARCOT, BOUCHARD, LIOUVILLE ont montré toute la valeur des *anévrysmes miliaires* des artérioles intra-cérébrales dans la production de l'hémorrhagie cérébrale, qui siège de préférence dans les couches optiques et les corps striés.

Les *veines de l'encéphale* bien étudiées par SAPPEY et plus récemment par HÉDON ont comme caractères généraux : 1° d'être disséminées sur toute la surface du cerveau et non pas localisées à la base comme les principaux troncs artériels ; — 2° d'être variables et inconstantes dans leur cours, et d'avoir un trajet indépendant de celui des artères ; — 3° de ne pas se cacher dans les sillons de la surface du cerveau comme les artères, mais de ramper à sa surface ; — 4° d'être *sinusiennes* près de leur embouchure à cause de leur soudure à la dure-mère au moment où elles traversent cette membrane ; — 5° d'être volumineuses et de fournir d'abondantes anastomoses ; — 6° d'être dépourvues de valvules et de fibres musculaires.

On peut les diviser en : a *veines de la surface des hémisphères ;* — b. *système des veines de Galien.*

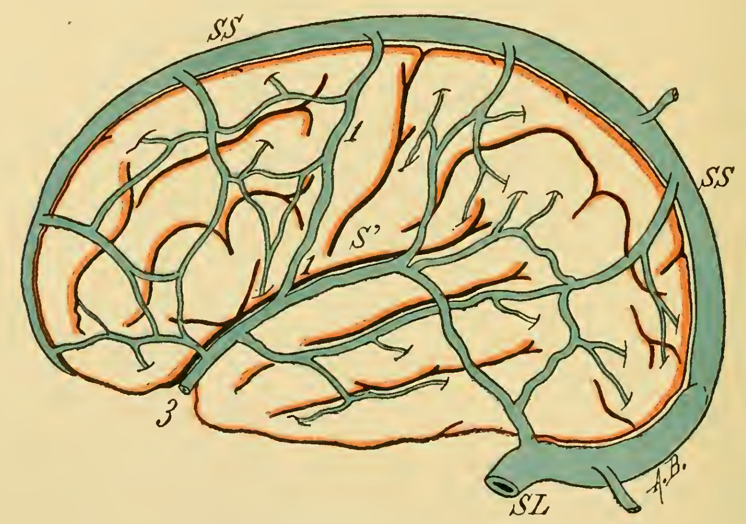


Fig. 190. — Veines de la face externe du cerveau.

1, 1, grande veine cérébrale supérieure ; 3, veine sylvienne (v. cérébrale médiane de Browning) : 1 + 3, constituent la grande veine cérébrale de Trolard ; S, S, sinus longitudinal supérieur ; SL, sinus latéral ; S', scissure de Sylvius (les veines et sinus de la dure-mère sont en bleu).

a. *Les veines de la face externe des hémisphères* sont : 1° les *veines cérébrales supérieures*, tributaires du sinus longitudinal supérieur, au nombre de 8 à 15, et parmi elles la grande *veine cérébrale supérieure de J. Cruveilhier, veine de la zone motrice de Sperino, grande veine de Trolard* (1, 3, fig. 190) ; — 2° les *veines cérébrales externes postérieures*, tributaires du sinus latéral qui continuent la série des cérébrales supérieures ; 3° les *veines sylviennes*, tributaires des sinus de la base du crâne, dont la *grande veine cérébrale médiane de Browning* est la branche principale et constitue la partie inférieure de la *grande veine anastomotique de Trolard.*

Cette dernière, arrivée à la face inférieure du cerveau, au niveau de l'apophyse d'Ingrassias, devient sinusienne et s'abouche ordinairement dans le sinus sphéno-pariétal de Breschet ; — Trolard, qui considère ce sinus comme appartenant à la veine méningée moyenne antérieure, estime que la veine sylvienne se recourbe en arrière lorsqu'elle arrive au sommet de la petite aile du sphénoïde, et, traversant toute la fosse sphéno-temporale dans l'épaisseur de la dure-mère, va se jeter dans le sinus pétreux supérieur (Voy. Ch. Debierre, *Traité d'Anatomie de l'Homme*, t. I, p. 682).

Les *veines de la face inférieure* sont divisées en *antérieures* ou *frontales*, tributaires du sinus longitudinal supérieur; en *moyennes*, qui naissent dans la région de la fosse de Sylvius et de l'insula, et se jettent soit dans la veine sylvienne, soit dans le sinus de Breschet, et parmi elles la *veine ophtalmo-méningée* de Hyrtl qui s'arrête dans le sinus sphéno-pariétal, le sinus caverneux ou communique avec les veines de l'orbite; — en *postérieures* ou *temporo-occipitales*, qui se jettent dans le sinus latéral.

b. Le *système de la grande veine de Galien* comprend : 1° les *veines ventriculaires;* — 2° les *veines basilaires;* — 3° les *veines occipito-cérébelleuses.* — Les *veines ventriculaires* ramènent le sang des régions centrales du cerveau et cheminent entre les deux feuillets de la toile choroïdienne : ce sont les *deux veines cérébrales internes* ou *veines de Galien* (8, fig. 158). Elles naissent en avant et de chaque côté de trois affluents qui convergent vers le trou de Monro : ce sont la *veine du corps strié;* — la *veine des plexus choroïdes;* la *veine de la cloison transparente* dont les rameaux d'origine les plus volumineux viennent de la corne antérieure du ventricule latéral, d'où le nom de *veine antérieure du ventricule* que Browning a donné à la veine de la cloison. — Dans leur parcours les veines de Galien reçoivent :

1° Des veinules de la couche optique, du trigone, de la corne d'Ammon, de l'ergot de Morand et de la toile choroïdienne elle-même. — En arrière elles se réunissent au-dessous du bourrelet du corps calleux pour former un tronc unique, la *grande veine de Galien*, qui se jette presque aussitôt dans le sinus droit.

2° Les *veines basilaires, veines cérébrales médianes inférieures* de Cruveilhier, *vena cerebri anterior* de Henle sont au nombre de deux, une de chaque côté; — elles commencent au niveau de l'espace perforé antérieur, se portent en arrière, contournent le pédoncule cérébral correspondant, et se jettent dans la veine de Galien. Leurs affluents originaires sont : la veine cérébrale antérieure, la veine de l'insula (inconstante), un petit système veineux qui traverse l'espace perforé latéral et provient des ganglions centraux et de la capsule interne, *veines lenticulo-striées inférieures* (Hédon) (1), les veines des divers organes médians de la base du cerveau, des lèvres de la fente de Bichat et parmi elles, des veines choroïdiennes ou pariétales de la corne sphénoïdale du ventricule latéral. En avant, les veines basilaires communiquent d'ordinaire avec la veine sylvienne, en arrière avec une cérébelleuse; au centre de la base du cerveau elles s'anastomosent entre elles de façon à former un *polygone veineux* correspondant au polygone artériel de Willis.

3° Les *affluents postérieurs de la veine de Galien* sont : a) des veines de la face inférieure du lobe occipital ; — b) des veines de la face interne du même lobe ; — c) la veine calleuse postérieure; — d) les veines des tubercules quadrijumeaux et de la glande pinéale, *vena azygos conorii* de Weber ; — e) une ou plusieurs veines cérébelleuses supérieures et médianes.

Le système veineux de l'encéphale n'est pas composé de départements plus ou moins fermés et analogues aux départements artériels : toutes les veines s'anastomosent largement entre elles, celles de la surface extérieure avec les veines basilaires, et les deux groupes

(1) Hédon fait justement remarquer que l'on peut voir les analogues des *veines striées supérieures* (ventriculaires) dans les rameaux des artères ventriculaires qui abordent le corps strié par sa face supérieure. On pourrait appeler ces artères, très grêles à la vérité, *artères striées supérieures*. (Ch. Hédon, *la circulation veineuse de l'encéphale*, thèse de Bordeaux, 1888).

avec les veines intra-cérébrales. D'autre part, les veines du cerveau communiquent largement avec les veines cérébelleuses et bulbo-protubérantielles et par celles-ci avec les veines médullaires. Elles communiquent aussi le plus ordinairement avec les veines exocrâniennes par la *veine ophthalmo-méningée* (Hyrtl, Festal, Labalette), et des veinules qui sortent de la pie-mère et traversent les trous de la lame criblée de l'ethmoïde (Hédon).

Toute gêne un peu longue de la circulation générale ne tarde pas à retentir sur la circulation veineuse de l'encéphale. La tension vasculaire augmente alors dans le cerveau, et l'on voit survenir l'aspect caractéristique de la *congestion cérébrale* (état sablé de la substance blanche, coloration hortensia de la substance grise). La congestion passive du cerveau peut également survenir dans les compressions de la veine cave supérieure ou des jugulaires, dans les affections chroniques du cœur droit ou des poumons, dans le goître exophthalmique. C'est encore dans les mêmes circonstances qu'on voit survenir l'*œdème du cerveau*. Dans les accidents urémiques, on a accusé l'œdème d'être la cause des attaques épileptiformes (Raymond, Chantemesse, etc.)

La *communication entre les artères et les veines du cerveau* se fait par des *capillaires* vrais, précédés de petites artérioles engainées par un manchon lymphatique dans lequel flotte l'artère, la *gaine lymphatique péri-vasculaire* de Ch. Robin. Mais, en dehors de ces communications communes entre le système artériel et le système veineux, existe-t-il des *communications directes* dans l'épaisseur de la pie-mère entre les artères et les veines encéphaliques ? En un mot, y aurait-il là comme dans d'autres régions du corps, des *canaux dérivatifs* dits *canaux de Sucquet* ? Duret, Sappey, Vulpian nient l'existence de tous canaux de ce genre, tandis que Schrœder van der Kolk, Heubnèr, Ecker, Cadiat — et je suis de ceux-là — croient fermement à leur existence.

Y a-t-il des *lymphatiques* dans l'encéphale ? Il est de connaissance classique, à l'heure qu'il est, que le système lymphatique des centres nerveux est représenté par les espaces séreux péri-vasculaires (gaines péri-vasculaires de His et Ch. Robin, etc.), qui se continuent à la surface des centres avec les espaces lymphatiques de la pie-mère, et plus loin avec les espaces sous-arachnoïdiens eux-mêmes. Obersteiner, Rosenbach, Serwald, etc., ajoutent même aux gaines périvasculaires des espaces péri-cellulaires servant à la nutrition des cellules ganglionnaires.

La gaine séreuse développée aux dépens du tissu cellulaire sous-arachnoïdien est rattachée au vaisseau par de très petits filaments, *rétinacula* de Axel Key, Golgi et Charcot. Dans ces gaines circule le liquide céphalo-rachidien issu du sang qui circule dans les vaisseaux. Toutes ces gaines s'ouvrent à la surface du cerveau dans les mailles du tissu sous-arachnoïdien et le liquide sous-arachnoïdien collecté dans les rivuli, rivi et flumina se déverse dans les lacs ou confluents de Magendie.

Sous le nom de *porose cérébrale*, Bizzozero et Golgi ont décrit une altération du cerveau consistant en la présence de cavités multiples, variant du volume d'un grain de mil à celui d'un pois, remplies d'un liquide séreux, et qui ne seraient autre chose que la conséquence de la dilatation varicoïde des espaces lymphatiques périvasculaires.

Il y a aussi des gaines séreuses autour des *nerfs*. En effet, les gaines lamelleuses des nerfs de Ranvier sont en communication avec les lacs sous-arachnoïdiens ; Axel Key et Retzius, notamment, l'ont démontré à l'aide d'injections au bleu de Prusse. Autour des faisceaux de nerfs nous trouvons donc également le liquide céphalo-rachidien qui, d'après Schwalbe,

communiquerait également : 1° par les canaux séreux du nerf acoustique avec les espaces périlymphatiques de l'oreille interne ; — 2° par le lac central et les espaces séreux du nerf optique, avec les espaces séreux de la lamina fusca, qui entourent les vaisseaux de la choroïde et communiquent avec la chambre antérieure de l'œil ; — 3° par les espaces séreux des nerfs olfactifs jusque dans l'appareil de l'olfaction.

Mais en dehors de ces espaces lymphatiques, existe-t-il des *vaisseaux lymphatiques* dans le cerveau ? Mascagni a figuré des vaisseaux lymphatiques dans la dure-mère, le long d'une des branches de l'artère méningée moyenne. Le même anatomiste, et avec lui Arnold, Breschet et Fohmann, ont décrit des lymphatiques à la surface du cerveau. Fohmann en a figuré dans les plexus choroïdes des ventricules latéraux ; Arnold les a vus se réunir en un tronc placé côte à côte des veines de Galien. Sappey nie ces vaisseaux, mais récemment notre savant collègue, P. Poirier, étant parvenu à en injecter quelques-uns, il y a lieu, semble-t-il, de revenir à l'opinion des anciens sur la matière.

Applications pathologiques. — On a observé quelquefois la thrombose du tronc basilaire qui, lorsqu'elle siège au-dessous de l'origine des artères du noyau du nerf vague (Hayem), entraîne une asphyxie subite.

En raison de la voie plus droite, c'est surtout par la carotide droite que se propagent les embolies dans les artères du cerveau. C'est aussi pour la même raison que les ruptures artérielles (*hémorrhagies cérébrales*) ont plus souvent lieu à droite. Ces ruptures sont favorisées par les efforts multipliés et soutenus, en raison de l'augmentation de la pression intra-thoracique qui augmente la pression du sang dans les artères encéphaliques. Si elles ne sont pas plus fréquentes dans ces circonstances, c'est, a dit Guyon, par suite du gonflement de la glande thyroïde qui viendrait faire l'office d'un compresseur sur les carotides et restreindre ainsi l'impulsion cardiaque dans le domaine des artères cérébrales. Quand l'interruption du sang dans une carotide est brusque (ligature), il en résulte des troubles cérébraux plus ou moins graves et dus à l'ischémie cérébrale. Mais dans la compression lente des carotides, comme dans le cas de tumeurs de la glande thyroïde, il n'y a pas de troubles graves en général, parce que l'équilibre de la circulation a le temps de se rétablir.

On a proposé la ligature des carotides (Preston), et celle des vertébrales (Alexander, Grey, etc.) pour la cure de l'épilepsie, mais je crois que peu de chirurgiens ont encore recours à ce moyen.

En raison de son exquise sensibilité et de sa situation, c'est sur l'encéphale que retentit le plus la dépression du cœur. C'est ainsi que les hémorrhagies profuses, la dégénérescence graisseuse du cœur, l'insuffisance aortique, les larges ventouses de Junod appliquées sur la peau, la déplétion brusque par évacuation des liquides ascitique ou pleurétique, déterminent assez souvent des phénomènes d'anémie cérébrale (vertiges, tintouins, obnubilation, etc.) et parfois la syncope. On remédie dans ces circonstances à l'insuffisance de la circulation encéphalique en plaçant le sujet dans la position horizontale.

Lie-t-on les carotides et comprime-t-on les vertébrales chez un animal (*expérience d'Astley Cooper*), il tombe en état de mort apparente que l'on peut prolonger par la respiration artificielle, et qui cesse si l'on enlève les ligatures (Herzen). — Si l'on injecte du sang oxygéné dans les carotides d'un décapité aussitôt la décollation, on voit réapparaître certains mouvements des yeux et de la face (Brown-Séquard, Laborde, etc.). L'excitabilité de la substance grise corticale ne dure guère plus de deux minutes

après la décapitation, tandis que celle de la substance blanche n'est épuisée qu'après 25 ou 30 minutes (LABORDE).

Outre la torpeur, l'insuffisance de l'afflux du sang dans le cerveau peut encore donner lieu à des psychopathies dépressives ou excitantes (lésions de la valvule mitrale, anévrysmes de l'aorte, etc.). Dans le cas où les troubles de l'irrigation cérébrale sont liés à des obstacles mécaniques intra-crâniens (suturation précoce du crâne, hydrocéphalie) la craniectomie peut amener du soulagement en diminuant la pression vasculaire dans le cerveau.

Les hémorrhagies qui se font par rupture de la sylvienne gauche aboutissent à l'aphasie, parce que cette artère irrigue *l'appareil des signes*. Celles qui se font entre le noyau lenticulaire et la capsule externe par rupture de l'*artère de Charcot*, donnent lieu à une hémiplégie permanente si elles sont assez considérables pour détruire la capsule interne sur un point de son trajet, mais si elles se localisent dans la cavité virtuelle qui siège entre la capsule externe et le noyau lenticulaire, il n'y a que de la compression des fibres capsulaires et l'hémiplégie disparait à mesure que le foyer hémorrhagique se résorbe.

Les hémorrhagies qui se font par les *artères optiques inférieures* sont surtout celles qui envahissent les cavités ventriculaires. Elles se caractérisent par le phénomène dit de la *contracture précoce*.

Ces hémorrhagies succèdent à des *artérites chroniques* (saturnine, alcoolique, syphilitique, etc.), à de l'artério-sclérose des petites artères aboutissant aux *anévrysmes miliaires* (CHARCOT et BOUCHARD), à des *anévrysmes disséquants* qui fusent le long des gaines péri-vasculaires des vaisseaux capillaires.

Les artères de la base, les grosses artères du cerveau, sont susceptibles de porter des anévrysmes, qui acquièrent dans certains cas un volume suffisant pour donner lieu à des phénomènes de compression en rapport avec leur siège. Ces anévrysmes sont susceptibles de se rompre comme les autres, et produisent dès lors des *hémorrhagies méningées*. Ces mêmes artères sont le siège assez fréquent de lésions athéromateuses qui donnent lieu à des tromboses et à des embolies cérébrales, c'est-à-dire à des obstructions vasculaires. A ces obstructions succèdent dans le territoire cérébral irrigué par l'artère obstruée, de l'ischémie d'abord, de la nécrose cérébrale ensuite, c'est-à-dire qu'il survient du *ramollissement cérébral*, qui passe successivement par les phases de ramollissement rouge (coloration due à la congestion veineuse), de ramollissement jaune et de ramollissement blanc, et se caractérise par la dégénérescence pulpeuse de la zone privée de sang. Dans les noyaux centraux, les petits foyers hémorrhagiques, peu à peu résorbés, peuvent aboutir à une sorte de cicatrice d'un jaune rougeâtre (*foyers ocreux*), qui est l'indice d'un foyer guéri.

Dans la paralysie générale, outre les lésions de l'encéphalite interstitielle diffuse, il existe de l'artérite des vaisseaux de la pie-mère. Cette altération vasculaire, qui aboutit à l'épaississement de la pie-mère et de ses prolongements, a même été considérée comme la lésion initiale.

14. — Localisations dans l'écorce du cerveau.

Si la région protubérantielle, — nous l'avons montré, — est le siège des *sensations brutes*, le cerveau est le siège des *sensations perçues* et *conscientes*, susceptibles de se transformer en idées et en volitions (1).

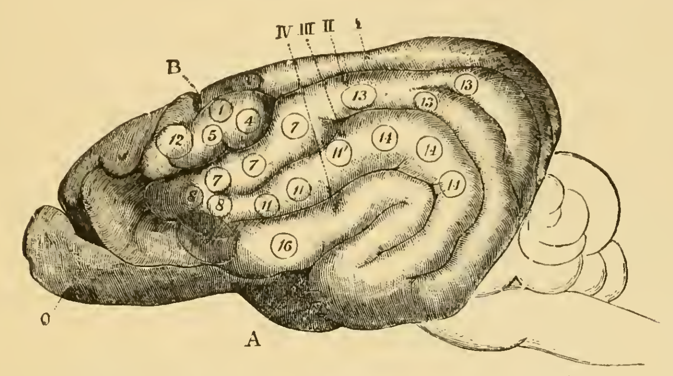


Fig. 191. — Face latérale du cerveau du Chien (Ferrier).

A, scissure de Sylvius ; B, scissure cruciale; O, lobe olfactif; I, II, III, IV, première, deuxième, troisième et quatrième circonvolutions. — De 1 à 11, centres des mouvements du tronc, des membres, de la queue, de la face, de la bouche, de la langue et des cordes vocales ; 12, 13, centres des mouvements rotatoires de la tête et du globe oculaire ; 14, 14, centres des mouvements de l'oreille ; 16, centre des mouvements des narines.

Les hémisphères cérébraux sont, en effet, des organes où les impressions sont perçues, et où les sensations deviennent conscientes et laissent des traces durables de leur passage, des souvenirs en un mot. Dans leurs rouages se matérialisent pour ainsi dire les sensations, la transformation de celles-ci en images, en idées, en mouvements volontaires. Un animal privé de ses hémisphères, regarde et ne *voit* plus, il tressaille sous le bruit et n'*entend* plus, il remue si on l'excite, mais il n'a plus de mouvements volontaires, il ne *sait* plus vouloir. L'animal décérébré est un aveugle et un sourd au point de vue psychique.

(1) L'extirpation des hémisphères cérébraux chez les animaux (Grenouille, Pigeon, Lapin, etc.), n'abolit ni les *fonctions de l'équilibre*, ni la *coordination des mouvements*, ni l'*expression des émotions* (coassement de la Grenouille, cris émotifs, tressaillement que l'on peut observer chez l'Homme lui-même, quand la chloroformisation a aboli les fonctions des hémisphères, c'est-à-dire la conscience), et les impressions tactiles, visuelles, auditives sont conservées. Mais ce qui a disparu, c'est la volonté et la conscience ; ce sont les signes de l'intelligence. Si on pince l'animal, il se débat et fuit, et pousse des cris plaintifs ; mais réduits au mésocéphale et au cervelet, les animaux n'agissent plus que comme des machines que met en branle une *excitation extérieure* et parfois un *malaise intérieur*, et qui s'arrêtent dès que l'excitation a cessé. L'animal, pourvu de son cerveau, au contraire, possède *en lui-même* la condition des actes qu'il accomplit. Le cerveau possède donc en lui-même le pouvoir d'agir et ses actes sont conscients ; les centres mésocéphaliques et cérébelleux, au contraire, ne sont que des centres réflexes plus ou moins complexes, mais inconscients.

Le cerveau est donc l'organe de l'intelligence au même titre que le muscle est l'organe du mouvement. Il est l'organe des facultés mentales et des sentiments affectifs, l'organe de la volonté et de la perception consciente. S'il était besoin de le démontrer, l'Anatomie comparée, l'Anthropologie, l'Embryologie et la Tératologie d'une part, la Physiologie expérimentale et l'Anatomie pathologique de l'autre, nous offriraient tant de preuves que nous n'aurions que l'embarras du choix. Le développement du cerveau n'est-il pas corrélatif de la capacité mentale dans les individus comme dans les races et les espèces ? Le développement de l'intelligence ne suit-il point pas à pas dans l'enfance le développement et le perfectionnement du cerveau ? La microcéphalie, caractérisée par un arrêt de développement du cerveau, ne coïncide-t-elle pas avec un avortement des facultés mentales ? Le ramollissement du cerveau ne coïncide-t-il pas avec l'effondrement des facultés affectives, des qualités morales et des facultés intellectuelles?

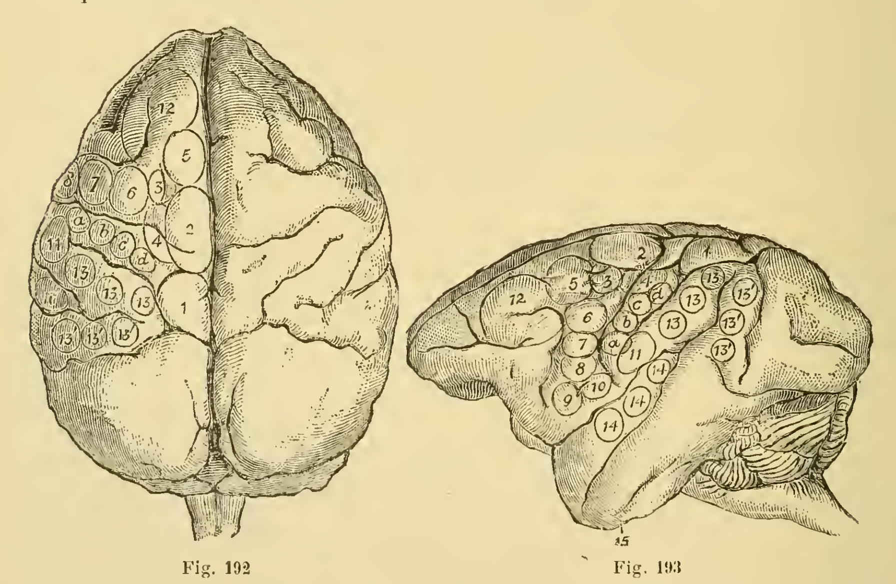


Fig. 192
Surface supérieure du cerveau du Singe.

Fig. 193
Surface externe de l'hémisphère gauche du Singe.

1, 2, centres des mouvements du membre pelvien ; 3, centre des mouvements de la queue ; 4, 5, 6, centre des mouvements du membre thoracique ; 7, 8, 9, 10, 11, centre des mouvements de la bouche et de la langue ; 12, 13, 13' centres des mouvements de la tête et du globe de l'œil (région du pli courbe) ; 14, 14, 14, centres des mouvements de l'oreille (première temporale) ; 15, centre des mouvements des lèvres et de la narine (région hippocampique).

La première tentative de localisation cérébrale fut celle de Gall ; mais l'insuccès de la *Phrénologie* s'explique facilement, si on se rappelle que Gall faisait reposer tout son système sur la *Cranioscopie*, sa supposition étant que certaines dispositions intellectuelles correspondaient à des bosses du crâne. Le *système des bosses* ne pouvait durer ; il est justement tombé dans le discrédit parce que sa conception ne répondait à rien de sérieux. Sur ses

ruines s'est élevée la doctrine moderne des *localisations cérébrales*, doctrine scientifique dont les preuves ont été faites par l'anatomo-pathologie, et aussi par les expériences de vivisections.



Fig. 194. — Centres psycho-moteurs de l'écorce du cerveau humain (Ferrier).

1 à 6, centres des mouvements des membres (*hémiplégie*) ; 7 et 8, centre des mouvements des commissures des lèvres (*paralysie faciale*) ; 9 et 10, centre des mouvements des lèvres et de la langue, destinés à l'articulation des mots (mémoire des mouvements du langage parlé ou mémoire motrice verbale : *aphasie motrice* ou *aphémie*) ; 11, centre de rétraction de l'angle de la bouche ; 12, centre pour les mouvements latéraux de la tête et des yeux, et centre de la mémoire des mouvements de l'écriture ou mémoire motrice graphique (*agraphie*) ; 13, centre de la mémoire des mots écrits ou imprimés, ou mémoire visuelle verbale (*cécité verbale*), et 13' centre de la vision binoculaire (*hémianopsie*) ; 14, centre de l'audition (mémoire des sons verbaux ou mémoire auditive verbale : *surdité verbale*).

Cette conception n'aura pas lieu de nous surprendre, si nous savons que l'anatomie humaine et comparée démontre que les circonvolutions fondamentales des hémisphères sont, jusqu'à un certain point, des organes distincts ; et si d'autre part, nous nous rappelons que l'analyse psychologique montre que les facultés cérébrales ne sont pas absolument unies et solidaires les unes des autres, et que nombreux sont les exemples de l'abolition de telle ou telle faculté avec conservation des autres, il semble rationnel a priori que là où il y a des organes multiples et autonomisés, là aussi il doit y avoir spécialisation fonctionnelle, chaque organe ayant des fonctions spéciales à remplir, en rapport avec son organisation et ses relations mêmes.

La première localisation a été celle de l'*aphasie*, *aphémie* ou *alalie*, pressentie par Bouillaud et Dax, démontrée par P. Broca en 1863, c'est-à-dire la perte totale ou partielle de la mémoire des mots.

Mais depuis les travaux de Kussmaul, Wernicke, Charcot, Nothnagel, Magnan, Déjerine, etc., on a fait une analyse beaucoup plus complète de la faculté de langage, et l'on a reconnu que cette faculté est complexe et se compose de fonctions cérébrales distinctes, ayant des organes spéciaux de production.

A côté de l'*aphasie motrice* (type Bouillaud-Broca), il y a en effet d'autres troubles de la perception, de l'expression et de l'usage des signes. On peut perdre l'usage des signes écrits (*agraphie*) et des signes mimiques (*amimie*) ; on peut perdre l'audition des mots (*surdité verbale*), la vision des signes de l'écriture (*cécité verbale*), à l'exclusion d'autres facultés d'expression qui sont conservées. Or, à ces troubles fonctionnels spécialisés de l'expression et de la perception des signes correspondent des lésions anatomiques localisées de l'écorce du cerveau.

L'homme peut communiquer ses impressions, ses idées, sa pensée, sa volonté par le geste, la parole, l'écriture. Pour cela il faut qu'il ait préalablement acquis par l'habitude et l'éducation la faculté d'associer certains gestes, certains sons, certaines images visuelles, certains signes avec certaines idées, et en second lieu, qu'il ait pris l'habitude d'associer l'impression sensitivo-sensorielle avec une impulsion motrice qui se traduit par le geste, la parole ou l'écriture. La première opération consistant à recevoir et à emmagasiner les impressions visuelles et auditives des signes et des sons, siège dans les centres psycho-optique et psycho-acoustique de l'écorce.

La faculté d'expression est donc une faculté complexe ; elle peut être frappée dans ses éléments ou dans sa totalité. Tantôt c'est le passage de l'idée au mot qui est interrompu ; tantôt c'est au contraire le passage du mot à l'idée qui est coupé. D'où diverses formes d'aphasie, depuis l'aphasie totale ou motri-sensorielle jusqu'à l'aphasie simple par rupture des conducteurs acoustiques qui portent le son jusqu'au centre de la réponse parlée ou écrite. En un mot, ces affections sont des *amnésies*, dans lesquelles il y a, dans un cas, perte de la mémoire des idées ou des images; dans l'autre perte de la mémoire des mots, mais ni dans l'un, ni dans l'autre cas il n'y a paralysie.

Les organes corticaux de la parole sont au nombre de quatre :

Ce sont : 1° La *première circonvolution temporale* gauche dans sa partie postérieure, où siège le *centre de la mémoire auditive verbale* (S. V., fig. 196). Les sujets frappés d'une lésion de cette partie de l'écorce du cerveau sont atteints, comme on le dit, de *surdité verbale*, c'est-à-dire que les sons qu'ils entendent n'éveillent plus chez eux une idée correspondant au langage ; les mots sont pour eux comme s'ils les entendaient pour la première fois, ils n'ont plus dans leur cerveau aucune *image auditive des mots* (surdité psychique partielle). Et cependant, de tels sujets entendent les sons des bruits, ils savent les rapporter à l'objet qui les engendre ; mais s'ils ne sont pas sourds pour les bruits, ils le sont devenus pour les sons que l'habitude nous a appris à adapter à une idée, ils ne comprennent plus

le sens des mots parlés, cela parce qu'ils ont perdu la mémoire des sons de la parole, et cependant ils peuvent parler, lire, écrire, répondre par écrit, parce qu'ils ont conservé les autres mémoires. En un mot, ce ne sont pas de vrais sourds ; s'ils le sont, ils ne le sont que psychiquement, à la façon de celui à qui on parle une langue qu'il ne connaît pas.

Les cas de décharges auditives (convulsions débutant par une *aura* auditive) ou de sensations auditives subjectives (hallucinations de l'ouïe) quand T^1 est irritée par une tumeur ou tout autre cause (Gowers, Hughes Bennett, John Fergusson), ainsi encore que l'atrophie de cette circonvolution dans la surdi-mutité (Mill, Broadbent), confirment encore la localisation acoustique dans le lobe temporal.

2° Le deuxième centre cortical du langage articulé siège dans le *lobule du pli courbe du lobe pariétal* où l'on a placé le *centre de la mémoire visuelle des mots* (CV, fig. 196). Le malade atteint d'une lésion de ce centre est frappé de *cécité verbale* (alexie), c'est-à-dire que s'il entend et comprend le langage parlé, s'il parle et peut même écrire machinalement, automatiquement et par habitude, à la façon d'un copiste qui ne saurait pas lire, il ne peut pas lire, même ce qu'il a écrit lui-même, cela parce qu'il a perdu la mémoire des formes des lettres et des mots écrits ou imprimés (cécité psychique partielle) ; son cerveau ne possède plus aucune image visuelle des mots, et bien qu'il voit les lettres et peut les tracer comme il le ferait dans l'obscurité, guidé seulement par la conscience des mouvements de l'écriture (sens musculaire), il est incapable de se lire et la vue des mots n'éveille plus en lui aucune idée correspondant au langage.

P. Sérieux a rapporté un cas curieux d'agraphie d'origine sensorielle (cécité verbale et psychique, surdité corticale, et en même temps paraphasie et agraphie) qui apporte une sorte de consécration à l'opinion de Wernicke, pour qui l'acte d'écrire est subordonné à la vision mentale et consiste dans l'acte de copier les images optiques des lettres et des mots (mémoire visuelle graphique), car dans ce cas, il y avait un foyer de ramollissement dans le pli courbe des deux hémisphères, siège de la mémoire motrice graphique. — De la sorte viendrait se placer à côté de l'agraphie motrice (amnésie motrice graphique) dont le centre est le pied de P^2, une agraphie sensorielle (amnésie visuelle graphique) dont le centre est P^2 (Wernicke, Berckham, Déjérine, P. Sérieux).

C. S. Freund de son côté (*Arch. f. Psych.* XX, 1 et 2, 1890), a établi qu'il existe : 1° Une aphasie optique avec hémianopsie concomitante ; 2° une aphasie optique accompagnée de cécité psychique ; 3° une aphasie optique avec cécité psychique, aphasie sensorielle et acoustique. L'*aphasie optique* est caractérisée par ce fait que le malade, incapable de trouver le nom des objets en les voyant, ne les désigne qu'en les touchant (trouble de la vision mentale). Elle résulte, ou de la lésion du centre des images commémoratives des impressions optiques (cécité psychique), ou bien d'une altération des fibres nerveuses d'association qui unissent le centre visuel au centre de la parole (aphasie optique).

3° Le troisième centre cortical du langage a été placé dans le *pied de la deuxième circonvolution frontale* gauche (Exner, Charcot) : c'est le *centre de la mémoire des mouvements de l'écriture* (AG, fig. 196), dont la destruction

donne lieu à l'*agraphie*. (Voyez J.-B. Charcot et A. Dutil, *Mém. de la Soc. de Biologie*, 1893, p. 129). Dans cette lésion, le malade entend, parle, lit, peut même copier une lettre, un mot, comme il copierait un dessin, mais il est incapable d'écrire parce qu'il a perdu la mémoire des mouvements de l'écriture, la mémoire des signes graphiques ; son cerveau n'a conservé aucune image motrice graphique et a perdu le souvenir de son éducation au point de vue de l'écriture (amnésie graphokinétique).

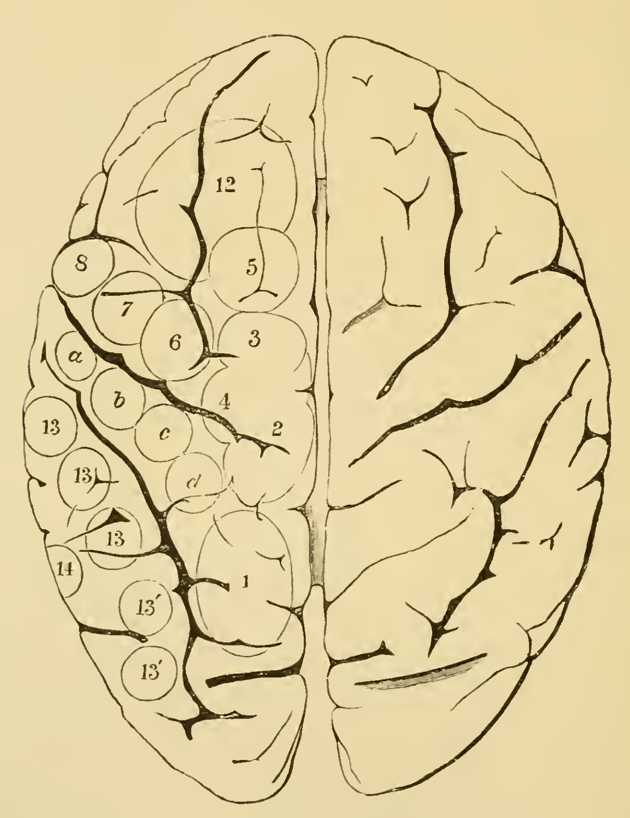


Fig 195. — Face supérieure du cerveau de l'Homme (Ferrier).

1, sur le lobule pariétal supérieur ; 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, sur la circonvolution frontale ascendante ; a, b, c, d, cercles situés sur la circonvolution pariétale ascendante ; 12, sur la moitié postérieure des circonvolutions frontales supérieure et moyenne ; 13 et 13', placées sur les membres antérieur et postérieur du gyrus angulaire (pli courbe) ; 14, sur la circonvolution temporo-sphénoïdale supérieure. Les cercles ont la même valeur que dans les figures 192, 193, 194.

L'agraphie *pure* n'a pas encore été observée sans cécité verbale concomitante. (Voy. Déjerine, *Soc. de Biologie*, 1893.) Mais il se peut que l'agraphique atteint en même temps de cécité verbale ne présente qu'une lésion du pli courbe. Voici pourquoi :

La mémoire des images visuelles des lettres et des mots, la mémoire du sens des

mots, lus par les yeux, est accompagnée, chez l'homme qui a appris à écrire, de celle de transcrire ou de copier les images visuelles des lettres et des mots. L'enfant n'apprend à écrire qu'après avoir appris à parler, puis à lire. Ceci explique que la perte de la connaissance visuelle des signes écrits ou imprimés du langage peut s'accompagner de l'abolition de la faculté d'écrire.

4°. Le 4e centre cortical du langage articulé siège dans le *pied de la 3e circonvolution frontale gauche* ou circonvolution de Broca (A, fig. 196), et sa destruction donne lieu à l'*aphasie*, encore appelée alalie, aphémie, logoplégie. Dans cette affection, le sujet comprend encore le langage parlé, il lit, écrit, balbutie même ou bredouille quelques mots ou en répète constamment un qu'il met à « toutes sauces », mais il ne peut plus parler, cela parce qu'il a perdu la *mémoire des mouvements coordonnés et méthodiques qui sont nécessaires pour articuler la voix et constituer les syllabes.* Il est atteint d'aphasie motrice ou amnésie phonokinétique. Il est comme l'enfant qui n'a pas encore appris à parler; son cerveau a perdu toute éducation au point de vue de l'articulation des sons, il n'a plus aucune image motrice verbale.

Au centre de l'aphasie confinent :

1° le *centre de l'hypoglosse* (H, fig. 196).

2° le *centre du facial inférieur* (F, fig, 196),

3° le *centre du nerf masticateur* (m, fig. 196).

4° le *centre du nerf laryngé* ou *centre phonateur* (HORSLEY et SEMON, DÉJÉRINE).

— Mais pourquoi la faculté du langage articulé siège-t elle dans l'hémisphère gauche du cerveau ? Voici comment P. BROCA explique la chose. Les circonvolutions frontales droites et gauches ont, disait-il, comme toutes les parties symétriques des organes pairs, les mêmes propriétés essentielles; mais le langage articulé étant en quelque sorte une fonction artificielle et conventionnelle, qui exige une longue éducation, on conçoit que l'enfant puisse contracter l'habitude de diriger de préférence avec l'un des deux côtés la gymnastique toute spéciale de l'articulation des sons. C'est ainsi que la plupart des actes qui nécessitent le plus de force ou d'adresse, sont exécutés de préférence avec la main droite, et conséquemment dirigés par le côté gauche du cerveau ; mais de même que les gauchers exécutent ces mouvements avec le côté droit de leur cerveau, il peut aussi se faire qu'il y ait des individus qui dirigent de préférence leur parole avec la 3e circonvolution frontale droite. Ces ingénieuses explications de BROCA semblent avoir été confirmées par diverses observations. C'est ainsi qu'on a vu des gauchers devenir aphasiques après une lésion de la 3e circonvolution frontale du côté droit (qui pour eux joue le rôle de centre d'articulation des mots), tandis que l'on a observé, d'autre part, des gauchers non frappés d'aphasie malgré une lésion de la 3e frontale gauche (LEPINE). Enfin, un aphasique du type classique (type Bouillaud-Broca), peut, après avoir perdu la parole, par suite d'une lésion de la 3e circonvolution gauche, la recouvrer en partie au bout d'un certain temps pendant lequel il apprend peut-être (éducation nouvelle) sa 3e frontale droite à suppléer sa similaire du côté gauche (1). — On sait que dans les expériences d'hypnotisme on parvient à dédoubler le cerveau, à « couper longitudinalement l'homme en deux. »

(1) En faveur de cette suppléance fonctionnelle, on peut citer les faits suivants :
Un pigeon auquel on enlève un hémisphère cérébral, devient psychiquement aveugle de l'œil opposé, et si ensuite, on lui extirpe l'œil avec lequel il voit, il paraît aveugle dans les premiers jours qui suivent l'opération, mais peu à peu il récupère la faculté visuelle

Eh bien ! en cataleptisant, c'est-à-dire en annihilant l'hémisphère gauche au point de vue fonctionnel, on supprime la parole ; ce qui n'a pas lieu quand c'est l'hémisphère droit qui est plongé dans le sommeil cataleptique (G. Ballet) (1).

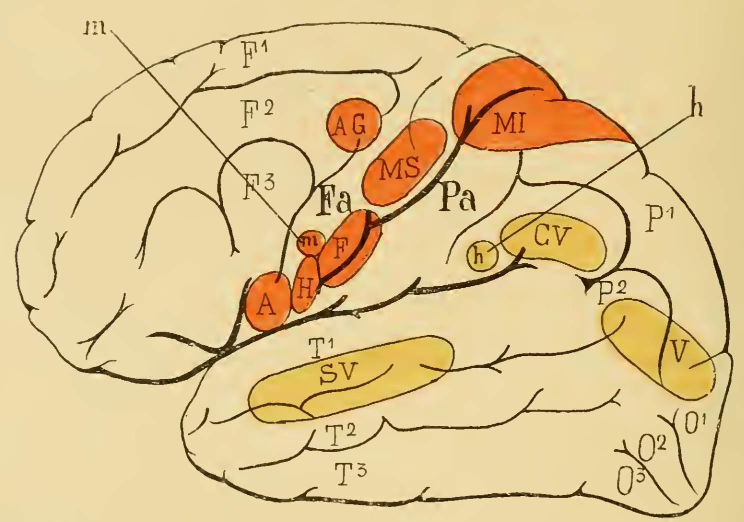


Fig. 196. — Centres sensoriels et psycho-moteurs dans l'écorce du cerveau humain.

A, centre de l'aphasie motrice ; H, centre de l'hypoglosse ; F, centre des mouvements de la face ; m, centre masticateur ; MS, centre des mouvements du membre supérieur ; MI, centre des mouvements des membres inférieurs ; h, centre de l'hémianopsie ; CV, centre de la cécité verbale ; V, centre visuel commun ; SV, centre de la surdité verbale : AG, centre de l'agraphie. Les centres sensoriels sont en jaune, les centres psycho-moteurs en rouge.

(Stefani (1881), Munk (1883), Gallerani (1888), Fasola (1889). Comme les pigeons privés des deux hémisphères restent aveugles, il s'ensuit que le pigeon en question ne peut récupérer la vision qu'à la condition de mettre le seul œil restant en communication physiologique avec l'hémisphère du même côté.

Munk avait supposé que ce phénomène s'expliquait parce que dans les nerfs optiques, il y aurait eu des fibres qui ne s'entrecroisent pas, mais Gallerani et Stefani ont établi que c'est parce que les excitations du nerf optique, arrivées dans le lobe optique correspondant, passent ensuite dans le lobe optique du côté opposé par la commissure qui unit les deux lobes. Ce qui le prouve, c'est que si chez un pigeon privé d'un hémisphère et de l'usage de l'œil correspondant chez lequel la fonction visuelle s'est ensuite rétablie, on détruit le lobe optique du même côté, l'animal redevient aveugle ; et, d'une façon analogue, le retour de la fonction visuelle ne se fait pas chez les pigeons privés d'un hémisphère et de l'usage de l'œil correspondant quand le lobe optique du même côté a été détruit précédemment.

Les fibres commissurales peuvent donc servir de voies de transmission de la périphérie aux centres, et, par conséquent, leur importance dans les phénomènes de substitution et de suppléance paraît évidente. (Voy. A Stefani, *Contrib. à la physiol. des fibres commissurales* (Arch. ital. de Biologie, t. XIII, p. 350, 1890).

(1) Chaque hémisphère possède une certaine autonomie, une certaine indépendance, qui explique certains faits qui seraient sans cela presque inexplicables, tels la coïncidence du délire et de la lucidité que l'on observe sur certains aliénés, le *phénomène du transfert* en neuropathologie.

De fait, nous savons que c'est ordinairement dans l'hémisphère gauche que siège le centre du langage articulé. Cet hémisphère serait ordinairement plus lourd et plus hâtif dans son développement (Luys), ce que seraient venues confirmer les recherches de Lowenfeld sur 122 sujets, puisque cet auteur a observé que 79 fois la carotide gauche avait un calibre supérieur à celui de la carotide droite. Mais nous avons dit que l'opinion de Luys est loin d'être à l'abri de toute critique. (Voy. p. 185).

Maintenant, qu'on ne s'y méprenne pas. L'aphasique n'est pas un paralytique, il peut mouvoir sa langue, ses lèvres, son gosier et son larynx, et ses muscles expressifs ou mimiques ne sont point paralysés. S'il est incapable d'émettre des sons articulés, ce n'est pas là le fait d'une paralysie des muscles de l'accommodation ; non, cela dépend uniquement de la perte de la mémoire des associations musculaires qui sont nécessaires à l'articulation des sons. De même l'agraphique n'est pas un paralytique ; les muscles de ses mains sont intacts ; s'il n'écrit pas, c'est qu'il a oublié les mouvements harmoniques nécessaires pour tracer les caractères graphiques (1).

Dans le centre de l'aphasie motrice, il faut faire entrer une partie du lobe de l'insula (PITRES, etc.) (2).

J'ajoute qu'il est rare de rencontrer absolument isolée chacune de ces amnésies. La surdité verbale, par exemple, peut être associée à l'agraphie ou à la cécité verbale, et l'une ou l'autre ou les deux à la fois peuvent se présenter en même temps que de la *paraphasie sans lésion de* F^3 même, ce qui démontre combien l'intégrité du centre auditif des mots ici, visuel ailleurs, est nécessaire pour que le langage vocal fonctionne normalement. L'altération de T^1 unie à la lésion de P^2 par exemple, peut donner lieu à de l'aphasie sensorielle (surdité et cécité verbales), et si la lésion dans P^2 est assez profonde pour couper les radiations optiques de Gratiolet, on voit en même temps survenir de l'hémianopsie comme dans un cas rapporté par DÉJERINE (1891).

Les formes de l'aphasie ne sont pas toujours aussi simples que nous venons de les décrire. Les différences et la prédisposition individuelles, qui tiennent, pour ainsi dire à la *formule mentale* de chacun, influent considérablement sur ces modatités, en provoquant telle ou telle prédominance. Chez les uns (auditifs), l'audition mentale prédomine et commande toutes les autres opérations cérébrales; chez les autres (visuels), ce sont les images visuelles qui prédominent. Aussi, chez les premiers, la perte des images auditives amènera-t-elle une perturbation profonde dans le jeu de tous les autres procédés du langage: parlé, écrit, visuel. Chez les visuels, au contraire, la note qui commandera la symptomatologie sera la perte des représentations visuelles. Il y a du reste une sorte d'*engrénage* des centres sensoriels et psycho-moteurs qui fait que la lésion de l'un n'est pas toujours sans retentir gravement sur les autres. Il résulte de là aussi qu'il se peut faire qu'une lésion psychique peut survenir sans que le centre correspondant lui-même soit touché; il suffit pour cela que les connexions, les trajets nerveux, réunissant un centre donné à ceux dont le fonctionnement est indispensable pour l'élaboration d'une image, soient détruits. C'est ce que DÉJERINE, en particulier, a parfaitement bien établi dans un cas de cécité verbale (DÉJERINE, *Société de Biologie*, 1892).

A côté de la mémoire du langage parlé, il paraît bien y avoir une *mémoire de la musique*, puisque certains aphasiques continuent à pouvoir chanter (BOUILLAUD, CHARCOT, GRASSET), et inversement que des malades peuvent avoir perdu la faculté de chanter tout en ayant conservé les facultés musicales (BRAZIER, etc.).

La musique et la parole dérivent toutes deux du cri réflexe. La note est à la musique,

(1) On pourrait rapprocher de ces amnésies ou pseudo-paralysies l'*astasie-abasie*, que l'on a considérée comme étant la perte de la mémoire des mouvements nécessaires à la déambulation.

(2) Voy. PASCAL, *Du rôle de l'Insula de Reil dans l'aphasie* (Thèse de Bordeaux, 1890).

dont la forme la plus archaïque est le chant, ce que le mot est à la parole. Et de même qu'on observe des aphasies sensorielles à côté de l'aphasie motrice, on rencontre des *amusies* sensorielles et de l'amusie motrice. C'est ainsi qu'on a observé la *surdité musicale* (Brazier), l'*alexie musicale* (Charcot, Proust, Finkelbourg, Bernard, Dejerine), de l'*amusie motrice* (Bérier, Charcot, Grasset, Proust). Je ne puis insister davantage ici sur cette intéressante question sur laquelle Knoblauch (1890), Wysmann (1890), Wallaschek (1891) et Brazier (*Rev. philosophique*, octobre 1892) ont récemment appelé l'attention.

En conséquence de ce que nous venons de dire, on voit donc que le langage en général n'est pas une fonction simple. Cette fonction est localisée en trois régions distinctes du cerveau, un centre moteur et deux sensoriels. Le centre moteur siège dans le lobe frontal, les centres sensoriels occupent le lobe pariétal et le lobe temporal.

Ouvrons une courte parenthèse. Comment pouvons-nous concevoir la formation de ces trois centres dans les circonvolutions cérébrales ?

L'enfant localise le sens des mots entendus dans les cellules de la substance grise de la première circonvolution temporale gauche. Des fibres nerveuses relient ces cellules aux cellules du pied de la troisième circonvolution frontale gauche ou circonvolution de Broca. L'enfant apprend alors à faire les mouvements nécessaires pour reproduire, par la parole, les mots qu'il a entendus prononcer et dont il a saisi le sens. La mémoire de ces mouvements se localise par l'exercice et la répétition dans la troisième frontale gauche. L'enfant comprend dès lors le sens des mots et sait les exprimer par la parole. En troisième lieu, il apprend à comprendre le sens des mots écrits, dont il prend connaissance par les yeux, et cette mémoire visuelle verbale se localise dans le pli courbe gauche. Enfin, l'enfant apprend à copier, avec la main (il pourrait aussi bien apprendre à le faire avec le pied) les images visuelles des lettres et des mots, qui sont localisées dans le pli courbe. Avec cette dernière acquisition il a devers lui tous les éléments du langage articulé.

A côté de ces centres sensoriels psycho-acoustique, psycho-optique, on en a décrit d'autres. Le lobe occipital et le pli courbe sont les centres de la vision (Ferrier, Luciani et Tamburini, Schœfer); leur destruction d'un côté amène l'hémiopie homonyme par paralysie des côtés correspondants des deux rétines (Munk). Cependant la destruction des deux plis courbes ne provoque pas une cécité durable chez l'animal (Ferrier, Lannegrace). Ce qui semble bien établi, c'est qu'après la destruction pathologique du cunéus (Munk, Bouveret, Chauffard, J. Audry, Oulmout. J. Déjerine, etc.), on observe : ou bien de l'hémiopie latérale homonyme, ou bien de l'amblyopie croisée, ou enfin la cécité psychique, c'est-à-dire que l'œil perd les images commémoratives des objets (amnésie oculaire) qu'il a vus autrefois, il regarde mais ne voit pas; il voit les couleurs, les formes et les contours mais ne reconnaît ni les objets ni les personnes. Les faits d'atrophie occipitale observés à la suite d'extirpation expérimentale des yeux chez les animaux (Tartuferi, etc.), ou consécutivement à l'absence congénitale du globe oculaire (anophthalmes) et des nerfs optiques (Giovanardi), etc., confirment l'existence de ce centre visuel. — Von Monakow (*Arch. f. Psych.*, XX, fas. 3, et *Congrès de Berlin*, 1890) a observé après l'ablation de l'écorce occipitale, une dégénération secondaire des irradiations optiques et du corps genouillé externe, du pulvinar et de la racine antérieure de la bandelette optique. Le même auteur, et après lui, Moeli, Lissauer, etc., ont observé les mêmes faits chez l'homme après foyer de ramollissement hémorrhagique du lobe occipital. Le centre de la *vision binoculaire* et de l'*hémianopsie* en particulier a été placé dans le lobule pariétal inférieur (P^2).

Dans l'écorce occipitale se localisent les *centres visuels communs*. Ces centres sont bien différents des centres visuels placés dans le pli courbe. Ils ne nous permettent de voir les lettres que comme des dessins quelconques, comme nous voyons, par exemple, les lettres d'une langue qui nous est étrangère (chinois, hébreu, etc.). Pour que nous reconnaissions une lettre, pour que l'assemblage de certaines lettres éveille en nous l'image ou l'idée d'un mot, il est nécessaire que ces centres corticaux de la vision entrent en connexion avec les foyers de la faculté du langage articulé, notamment avec la zone de la mémoire visuelle des lettres qui occupe — nous venons de le voir il y a un instant — le pli courbe de l'écorce pariétale.

On a encore décrit un *centre psycho-olfactif* que Ferrier, Luciani, Munk, Seppilli, Frigério, etc., ont placé dans la circonvolution de l'hippocampe et le subiculum de la corne d'Ammon, opinion vraisemblable, depuis que Meynert, Broca, Giacomini, etc., ont montré que la circonvolution de l'hippocampe est une ruine du grand lobe limbique ou lobe olfactif. Les observations cliniques d'anatomie de Ogle, Fletcher, Ransome; celles de sensations d'odeurs dans les cas de lésion du crochet de l'hippocampe de Lane Hamilton, Worcester, Hughlings Jakson et Beevor, ne sont cependant pas assez concluantes pour nous édifier définitivement sur cette localisation (1).

Enfin, on a placé dans la corne d'Ammon (Ferrier) un *centre psycho-tactile*, centre des plus hypothétiques, puisque nous avons vu que nombre de physiologistes et de cliniciens considèrent les centres moteurs comme associés à leurs centres sensitifs respectifs; et que, d'autre part, la sensibilité tactile, à la douleur et motrice pouvant être dissociées, il est naturel de penser qu'il y a des centres distincts pour les diverses sensibilités.

Mais il n'y a pas que des centres d'expression et de sensibilité dans les hémisphères du cerveau. A côté de ces centres, il en est d'autres qui sont des *centres de motricité* à action localisée. Les uns actionnent les muscles de la face, les autres les muscles des membres. Ces centres, que l'on a appelés *centres psycho-moteurs*, sont cantonnés autour de la scissure de Rolando. Les expériences de Fritsch et Hitzig (1870), celles plus récentes de Ferrier, Carville et Duret, Munk, François-Franck et Pitres, Luciani et Tamburini, Horsley (2), etc., s'accordent avec les recherches anatomo-cliniques, celles de Charcot, Nothnagel, etc., pour installer définitivement dans l'écorce des zones réactionnelles distinctes. La méthode des destructions partielles de l'écorce est venue confirmer celle des excitations électriques, et les deux sont confirmées à leur tour par les résultats constatés à la suite des destructions accidentelles ou pathologiques chez l'homme. Chez ce dernier, la destruction de la zone motrice corticale produit aussi bien que chez le singe et le chien, une hémiplégie,

(1) L'excitation du lobule de l'hippocampe chez les singes, les chats, les chiens et les lapins produit la torsion des narines du même côté (Ferrier).

(2) Les expériences de nombreux physiologistes, Munk, Horsley, etc., ont démontré l'existence de très nombreux centres à fonctions distinctes, dans l'écorce cérébrale des Mammifères (Chiens, singes, etc.). Non seulement, ils sont arrivés à localiser le centre des mouvements volontaires d'un membre, mais des diverses portions de ce membre. On connaît ainsi les centres cérébraux des mouvements de l'épaule, du coude, du poignet, du pouce, de la hanche, du gros orteil, des mouvements de l'anus, etc.

Les observations sur l'Homme d'excitations électriques de l'écorce mise à nu pour une opération de Bartholow et Sciamanna, d'Horsley, Mills, Keen, Loyd et Deaver, Nancrède permettent de penser que les relations fonctionnelles de l'écorce du cerveau humain sont semblables à celles des singes et autres mammifères.

mais avec cette différence pourtant qu'alors que le chien guérit assez vite de sa paralysie (1), l'homme et le singe ont une paralysie durable, et chez eux les muscles paralysés, d'abord flasques, sont ensuite frappés de contractures. Cette hémiplégie d'ordre corticale, d'abord complète, diminue ensuite peu à peu, les mouvements réflexes purs reparaissant, tandis que les mouvements



Fig. 197. — La sensation et ses réponses.

m, moelle épinière (centre réflexe inconscient) ; RA, racine antérieure ; RP, racine postérieure ; G, ganglion rachidien ; nr, nerf rachidien (nerf mixte) ; a, centre bulbo-protubérantiel réflexe et émotionnel, inconscient ; C, cerveau ; b, centre de perception et de volonté ; c, centre d'idéation et de mentalité ; 1, peau (surface sensible) ; 2, nerf sensitif (courant centripète) ; 3, trajet médullaire sensitif (centripète) ; 4, trajet médullaire moteur (centrifuge) ; 5, nerf moteur (courant centrifuge) ; 6, muscle (organe du mouvement) ; 7, main (organe du langage graphique, écriture) ; 8, larynx (organe phonateur et vocal) ; 9, oreille (organe sensoriel) ; 10, œil (organe de sensibilité spéciale) ; 11, bouche (organe d'articulation des sons, réponse parlée). — Les flèches indiquent le sens du courant, les traits coupés indiquent les mouvements volontaires.

volontaires restent, en général, plus ou moins abolis. Ces lésions sont suivies d'une dégénération descendante qui peut s'étendre jusqu'au cordon pyramidal de la moelle du côté opposé, tandis que les lésions de la *zone latente* de l'écorce

(1) On a supposé que la restitution fonctionnelle se faisait par réparation de la lésion, ou par suppléance, celle-ci s'effectuant, soit par la zone motrice du côté opposé (Ferrier, Broadbent, Soltman), soit par les corps striés (Ferrier), soit encore par les centres médullaires (Franck et Pitres, Marique).

ne détermine aucune dégénérescence secondaire. On peut ainsi observer toute une série de monoplégies simples en rapport avec le centre psycho-moteur intéressé (monoplégies oculo-motrice, linguo-faciale, brachiale, crurale) ou de monoplégies associées (lésion de plusieurs centres à la fois), ce qui est le cas le plus ordinaire, car les centres corticaux ne sont point des centres nettement coupés et séparés les uns des autres, et à leur périphérie, il y a une zone diffuse qui les réunit et les fusionne.

L'étude attentive des monoplégies d'origine corticale a permis d'établir la topographie des centres moteurs à la surface du cerveau. Les mieux connus sont : 1° le *centre moteur de la tête et de la face* qui siège dans le pied de la circonvolution frontale ascendante ou F^a (F, fig. 196); — 2° *centre moteur des membres supérieurs* que l'on a placé dans la partie moyenne de F^a (MS, fig. 196) ; — 3° le *centre moteur des membres inférieurs* qui siège dans le tiers supérieur de F^a et de P^a, et le lobule paracentral (MI, fig. 196).

Les *lésions du centre ovale et de la capsule interne*, nous l'avons vu, confirment absolument les données précédentes. C'est ainsi qu'alors que des lésions destructives (ramollissements, foyers hémorrhagiques, abcès, etc,) siégeant dans les faisceaux préfrontaux, occipitaux ou temporaux, ne donnent lieu par elles-mêmes à aucun trouble persistant de la motilité volontaire, les altérations des faisceaux fronto-pariétaux du centre ovale, correspondant à la zone corticale psycho-motrice, déterminent des paralysies persistantes du côté opposé du corps. De même aussi, les lésions destructives du tiers antérieur de la capsule interne (portion préfrontale de la capsule) n'altèrent ni la sensibilité ni la motricité; celles du tiers moyen (portion fronto-pariétale ou rolandique de la capsule) provoquent des paralysies motrices durables suivies de dégénérescence descendante et secondaire et de contracture ; enfin, les lésions du tiers postérieur de la capsule (portion temporo-occipitale de la capsule) provoquent des paralysies sensitivo-sensorielles. Il y a donc dans le cerveau trois zones : 1° une *zone corticale antérieure ou prérolandique*, inexcitable et dont les lésions ne donnent lieu à aucun trouble, soit du mouvement soit de la sensibilité (zone latente) ; 2° une *zone corticale moyenne ou rolandique*, zone motrice, cerveau moteur, dont la lésion détermine de l'hémiplégie ; 3° une *zone postérieure* ou *occipitale* dont les lésions ne donnent lieu qu'à certains phénomènes du côté de la vision, à aucun du côté du mouvement ou de la sensibilité (nouvelle zone latente) (1).

Les lésions qui entraînent la paralysie de la partie inférieure de la face et de la langue déterminant en même temps des troubles moteurs du larynx et du pharynx, une *paralysie labio-glosso-laryngée* d'origine *cérébrale* (R. Lépine, Charcot, Ball, Rosenthal, Féré, Bernhart, etc.), on en a conclu que les pieds de F^3, et F^a étaient unis aux noyaux bulbaires des nerfs masticateur, facial, spinal et hypoglosse par des fibres,

(1) Il y a à la surface du cerveau des *zones latentes* ou *silencieuses* dont la destruction ou l'excitation ne donne lieu à aucun accident du côté de la motricité. L'exemple le plus typique que l'on puisse fournir à cet égard et qui suffirait à lui seul pour démontrer la réalité de cette zone latente, c'est le fait légendaire de ce carrier américain qui, ayant eu le crâne complètement traversé dans la région frontale par une grosse tige de fer, ne donna point le moindre signe d'un accident moteur quelconque.

qui sont les fibres cérébrales de ces nerfs. — LANDOUZY, de son côté (*Thèse de Paris*, 1876, et *Thèse d'Augé*, 1878), a très bien montré la nécessité d'admettre une origine cérébrale pour une partie du nerf facial, puisqu'il est de connaissance classique que des lésions cérébrales peuvent donner

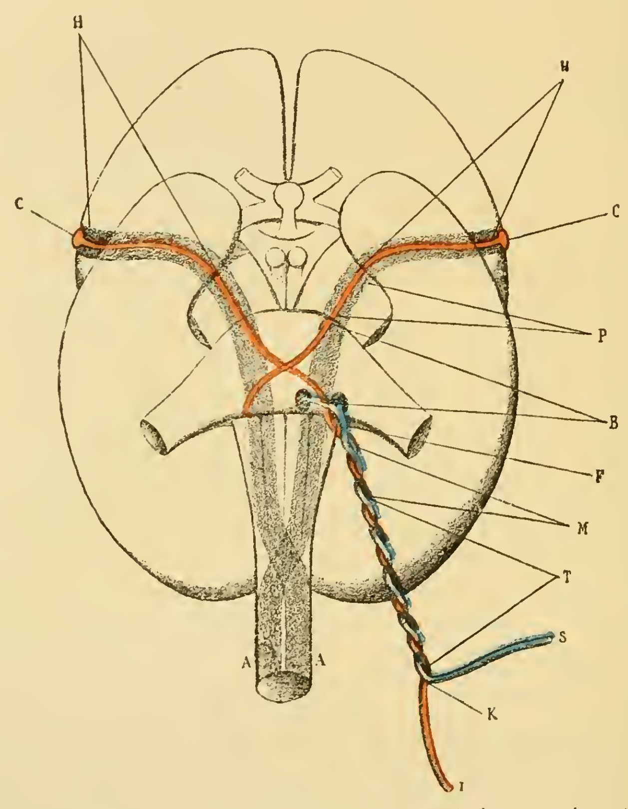


Fig. 198. — Schème destiné à montrer les origines, les rapports, les connexions et la direction des fibres entrant dans la constitution du nerf facial (Landouzy).

A, A, faisceaux pyramidaux croisés de la moelle ; H, H, facial cérébral (rouge) ; P, trajet pédonculaire du facial ; B, portion bulbo-protubérantielle du facial ; F, émergence du facial de la fossette sus-olivaire du bulbe (torsade rouge et bleue), le cordon rouge représente le facial cérébral, le cordon bleu le facial bulbaire émanant des deux noyaux bulbaires (en noir) ; M, portion intracrânienne du facial ; T, portion intrapierreuse ; M, séparation de la branche supérieure S (cordon bleu) fournissant les rameaux temporo-orbiculo-faciaux du facial de la branche inférieure I (cordon rouge) qui donne les filets cervico-faciaux ; c, centre cortical (tiers inférieur des circonvolutions frontale et pariétale ascendante) du facial.

lieu à une paralysie de la moitié inférieure de la face du côté opposé. Or, des observations de glossoplégie d'origine corticale de RAYMOND et ARTAUD (*Arch. de Neurologie*, 1884), et de celles de paralysie pseudo-bulbaire labio-glosso-laryngée de R. LÉPINE (*Rev. mens. de méd. et de chir.*, 1877),

il résulte que les fibres de l'hypoglosse, du facial inférieur et de la branche motrice du trijumeau, proviennent du faisceau frontal inférieur de Pitres dans le centre ovale et du pied de F^2 dans l'écorce, tandis que les conducteurs de la parole, nous l'avons vu, siègent dans le faisceau pédiculo-frontal inférieur et le pied de F_3. D'autre part, des recherches expérimentales de Masini, Krause, Semon et Horsley, mais surtout des observations pathologiques de Rebillard, J. Garel et Dor, il résulte que dans le pied de F^3 encore, doit être localisé le *centre cortical moteur du larynx.* (Voy. Garel et Dor, *Ann. des maladies de l'oreille*, 1890). Les fibres de ce centre passent par le genou de la capsule interne, et leurs destructions, comme la destruction du centre lui-même, donne lieu à la paralysie de la corde vocale du côté opposé.

Quand la paralysie est d'*origine cérébrale*, la paralysie est croisée et incomplète. Quand elle est d'*origine périphérique*, elle est complète et directe; quand elle est d'*origine protubérantielle*, la paralysie faciale est directe et complète et le plus souvent alterne (Landouzy).

Il y a encore d'autres centres moteurs dans l'écorce. C'est ainsi que Landouzy a localisé un *centre rotateur cérébral* des yeux (déviation conjuguée des yeux, 6e paire) et de la tête (rotation de la tête, 11e paire) dans le pied de la circonvolution pariétale inférieure (P^2).

Dans la déviation conjuguée d'*origine cérébrale*, le *malade regarde l'hémisphère qui porte la lésion* (Prévost et Vulpian); dans la même déviation d'*origine protubérantielle*, il n'y a pas de règle.

Mais Landouzy, ayant observé 10 fois sur 33, une exception à la loi de Prévost et Vulpian, admet que dans les cas conformes à la loi de Prévost, il y a excitation du centre rotateur cortical du côté de la lésion, tandis que dans le cas contraire, il y aurait paralysie de ce centre, et alors la rotation se ferait en sens inverse par l'action antagoniste du sens de l'autre côté.

Ce centre rotateur siège à l'origine du lobule pariétal inférieur, girus supramarginal, et c'est le moteur oculaire externe qui serait l'agent de la déviation conjuguée des yeux par sa double action sur le droit externe du même côté, et du droit interne du côté opposé.

Avec Grasset et Landouzy, on peut dire que dans les altérations d'un hémisphère, quand il y a déviation conjuguée, le malade regarde ses membres convulsés s'il y a excitation, et regarde sa lésion s'il y a paralysie.

C. Wernicke a établi, d'après 43 observations (*Arch. f. Psych.*, XX, 1, 1890), que tout lésion en foyer du pli courbe s'accompagne toujours, au moins passagèrement de déviation conjuguée des yeux, et que toute lésion bilatérale de cette région se traduit par une ophtalmoplégie totale.

Mais à côté des troubles moteurs déterminés par la destruction des centres psycho-moteurs corticaux, on trouve aussi des troubles sensitifs qui avaient échappé aux premiers observateurs. Le membre dont le centre moteur a été détruit est inhabile, maladroit, ataxique, ce qui prouve que le sujet n'a plus une conscience nette de la position de son membre dans l'espace ni de la contraction de ses muscles. Munk en a conclu que les centres psycho-moteurs sont également des organes de sensibilité pour le

tact et le sens musculaire, et Schiff et après lui Munk, Goltz, Luciani, etc., sont partis de là pour supposer que les troubles moteurs observés en pareille circonstance s'expliqueraient par cette seule perte de sensibilité tactile et musculaire, comme à la suite d'une section des racines postérieures des nerfs rachidiens.

De fait, des observations de Tripier (1880) et Pétrina (1881), Nothnagel, Munk, etc., il résulte que dans les lésions corticales, il existe toujours des altérations de la sensibilité en même temps que la paralysie motrice. De même Exner (1881), analysant 167 observations de lésions corticales, et remarquant qu'il y avait eu dans tous les cas de troubles de la sensibilité tactile des lésions de la zone motrice du cerveau, conclut que les zones corticales sensitives des différentes parties du corps correspondent en général à leurs zones corticales motrices, et la même opinion a été soutenue par Luciani et Seppili, Starr, Dana, Lisso, etc. — Golgi (1882), dans un ordre d'idées analogues, conclut aussi que la spécificité de la fonction des différentes zones cérébrales serait déterminée par la spécificité de l'organe auquel périphériquement les fibres nerveuses vont aboutir et non par une spécificité d'organisation anatomique de ces zones; car, dit-il, les grandes cellules pyramidales ou cellules géantes de Betz ne sont pas spéciales à la zone motrice, contrairement à ce qu'ont dit Betz, Merzejewski, Bevan Levis, Obersteiner.

Cependant Goltz, chez le chien, Bechterew chez le chat, Ferrier, Horsley et Schœfer chez le singe, croient que la destruction de la zone motrice de l'écorce n'altère en rien la sensibilité du côté opposé. Ferrier objecte de plus que sur les observations cliniques sur lesquelles on s'est appuyé pour aboutir à cette conclusion, 110 cas de lésion générale de la zone rolandique produisant l'hémiplégie ont donné 52 fois la sensibilité intacte et dans 37 cas la sensibilité n'a pas été mentionnée. Dans 284 cas atteignant la zone rolandique, on voit de même que dans 100, l'état de la sensibilité n'est pas indiquée, que dans 121 elle était intacte et que dans 63 son altération était mentionnée (Ferrier).

Ceci m'amène à dire que la doctrine des localisations cérébrales n'a pas été sans rencontrer des contradicteurs. Flourens, Goltz, Friedlander, Brown-Séquard, etc., ont contesté ses résultats. Selon Brown-Séquard, les facultés cérébrales sont disséminées dans toute l'étendue du cerveau et non pas localisées dans certaines régions, et à l'appui, l'illustre physiologiste cite des cas de désorganisation étendue des hémisphères sans troubles apparents de l'intelligence. Pour lui les réactions motrices cortico-cérébrales proviennent d'effets positifs, se produisant à distance sur des organes moteurs; et les paralysies d'effets suspensifs ou inhibitoires se produisant également à distance par une action irritative suite de destruction ou autre, et non pas par la suppression de fonctions organiques.

D'autres estiment que la substance grise corticale n'est pas par elle-même excitable (Longet, Vulpian, etc.), mais que ce sont les fibres blanches sous-jacentes qui sont excitées par le courant faradique dans les expériences de vivisection (1). Mais, ramenée à cette formule, la doctrine n'est pas renversée. En effet, les fibres nerveuses ne prennent-elles pas leur origine dans la substance grise corticale? D'autre part, François Franck et Pitres n'ont-ils pas démontré que l'excitation des fibres blanches et celle de l'écorce grise présentent des caractères si distinctifs qu'on ne peut pas les confondre?

L'irritation de la substance blanche ne produit pas d'accès convulsifs épileptiformes auxquels donne lieu l'excitation de la substance grise corticale; le temps perdu (période

(1) Il est en effet remarquable que cet organe si exquisément sensible qui s'appelle le cerveau est insensible à nos violences extérieures. On peut ouvrir le crâne et abraser une lamelle de l'écorce du cerveau d'un coup de scalpel sans que l'animal donne le moindre signe de douleur ou d'émotion. Les *hémisphères cérébraux sont donc insensibles aux excitations douloureuses directes.* Mais quand on enlève l'écorce, l'excitabilité des fibres de la couronne rayonnante s'éteint complètement au bout du quatrième jour, comme celle d'un nerf périphérique séparé de son centre trophique (Albertoni, Dupuy, Franck et Pitres).

de l'excitation latente) est plus considérable pour les fibres blanches sous-jacentes que pour le manteau. Si au lieu d'exciter la zone motrice avec des courants faibles, ce qui donne une contraction brusque des muscles comme la contraction normale, on l'excite avec un courant fort ou par une succession rapide d'excitations faibles, on produit un véritable *tétanos musculaire*, et si l'excitation est assez forte, d'abord un monospasme, puis l'épilepsie hémiplégique, et enfin une véritable *attaque épileptiforme généralisée.*

Or, Hughlings Jackson n'a-t-il pas fait voir il y a longtemps déjà qu'une irritation corticale aiguë ou chronique de la région motrice du cerveau (méningites, tumeurs, plaies avec corps étrangers, etc.) peut amener chez l'homme une *épilepsie corticale* analogue (épilepsie jacksonnienne)? Et Horsley et d'autres n'ont-ils pas vu cette épilepsie disparaître dans certains cas par l'ablation du centre cortical correspondant? Bref, tout semble faire croire qu'il y a bien à la surface du cerveau des centres de motricité.

Cependant, dit-on, enlevez le centre des mouvements du membre antérieur chez le chien, il survient de la paralysie des mouvements volontaires de ce membre, c'est vrai, mais cette paralysie n'est que transitoire (1). Dès lors, ou bien votre ablation a compromis l'action des faisceaux blancs sous-jacents dans lesquels se localisent certains actes moteurs, ou bien vous avez réellement détruit un centre moteur dont le fonctionnement s'est trouvé suppléé par le centre similaire du côté opposé par *suppléance.* Mais cette dernière interprétation ne serait pas admissible et voici pourquoi : si après la guérison de la paralysie ci-dessus produite par ablation du centre cortical du côté droit, on enlève le centre similaire du côté gauche, la paralysie se produit à nouveau, mais elle guérit aussi après un temps assez court. Si alors les mouvements reparaissent malgré l'ablation bilatérale de leurs prétendus centres corticaux, c'est donc que ces centres n'existent pas.

On arrive ainsi, en définitive, à nier les *localisations motrices* dans l'écorce, mais non pas les centres du langage qui sont la localisation d'une *faculté intellectuelle* complexe de centres qui sont le siège de diverses mémoires. Et l'on ajoute, les mouvements de la face, des membres, ont pour origine des phénomènes psychiques, complexes ayant eux-mêmes leur point de départ dans les impressions périphériques, les sources de ces mouvements doivent donc être multiples, et si leurs conducteurs se groupent dans la capsule interne, lieu où passent tous les fils conducteurs, on ne voit pas *à priori* pourquoi ils auraient pour origine des centres moteurs corticaux distincts (Mathias-Duval).

A la suite de l'extirpation des deux hémisphères du cerveau chez un chien, à sept mois de distance l'une de l'autre, Goltz (1890) n'ayant observé ni paralysie motrice, ni anesthésie; et de plus ayant constaté, que bien que ce chien fût incapable de se nourrir par lui-même, il avait néanmoins conservé les moyens de traduire la joie et la douleur avec les accents spéciaux en pareil cas, conclut que les hémisphères cérébraux ne contiennent pas de centres moteurs et sensitifs tels que leur perte entraîne la paralysie motrice et sensitive. Mais outre que Vitzou (1892) a contesté une partie des résultats des expériences de Goltz, on peut objecter à ce physiologiste que la conservation du mésocéphale et du cervelet, suffit pour expliquer la persistance des phénomènes coordonnés de motricité, et que la conservation d'une *certaine conscience* n'est pas non plus étonnante avec cette conservation (les actes réflexes coordonnés, certains actes instinctifs sont conservés après l'ablation des hémisphères cérébraux).

L'expérience de Goltz ne prouve donc point qu'il n'y a point de centres fonctionnels distincts dans l'écorce cérébrale, et *non plus,* loin de là, qu'après l'ablation des hémisphères les *actes intentionnels* sont conservés (2).

(1) Même chez le chien cependant, la restitution fonctionnelle n'est jamais complète (Goltz, Luciani).

(2) Goltz a montré que chez le chien c'est surtout les *mouvements intentionnels* qui disparaissent après l'ablation de leurs centres corticaux. L'animal peut encore marcher de la patte paralysée par exemple, mais il se sert mal de cette patte et chose constante, il n'appuie plus avec la face palmaire mais avec la face dorsale de cette patte. S'il sait « donner la patte », l'animal ne donnera plus celle du côté opposé à la lésion cérébrale, il ne s'en servira plus davantage pour ronger un os ou faire tout autre exercice habituel.

Bref, quoi qu'il en soit, dans 483 cas de maladies corticales et sous-corticales rassemblés par EWENS, il y a 110 hémiplégies du côté opposé par lésion générale de la zone rolandique, et 90 cas de monoplégie par lésion limitée de cette zone. — FERRIER raconte de son côté qu'il a noté en plus 20 cas d'atrophie de l'écorce de la région rolandique en relation avec une hémiplégie congénitale ou infantile ou par absence ou amputation très ancienne d'un membre (Voy. *Arch. de Neurologie*, 1892).

Tout cela semble prouver qu'il y a bien des centres moteurs distincts dans l'écorce cérébrale. J'ajoute enfin que BROWN-SÉQUARD, plus tard PITRES, FRIEDLANDER, etc., ont montré que les lésions qui produisent l'hémiplégie du côté opposé, produisent cependant aussi en même temps une diminution dans l'énergie des mouvements des membres du même côté.

Mais quelle est la valeur physiologique réelle des centres psycho-moteurs ? Sans entrer dans les nombreuses théories que l'on a dressées à ce sujet (théorie sensitivo-motrice ou réflexe, théorie sensorio-motrice, théorie idéo-motrice, théorie de la mémoire motrice, etc.), je dirai seulement que si l'on veut accorder aux centres dits psycho-moteurs la valeur de foyers distincts et autonomes des mouvements volontaires, de tels centres n'existent pas. Non, sous le nom de *centre cortico-moteur* (1) on doit entendre, il est vrai, un foyer organique distinct pour chaque groupe musculaire auquel il corres-

(1) Pour CHARCOT les centres moteurs seraient des centres de représentations motrices, des centres idéo-moteurs ; or, comme l'image motrice précède toujours l'accomplissement d'un mouvement volontaire et se trouve nécessaire pour l'exécution de ce mouvement, le centre idéo-moteur étant détruit, l'image motrice est perdue et la paralysie survient fatalement. FRANÇOIS FRANCK y voit surtout des centres d'associations volontaires des divers mouvements, déterminant ceux-ci de la même manière que se produisent les mouvements réflexes : ils sont moteurs parce qu'ils commandent *par une action mentale*, à des appareils moteurs. Enfin, selon BROWN-SÉQUARD, qui reste un ardent et toujours jeune opposant à la doctrine des localisations cérébrales, la lésion nerveuse produit la symptomatologie que l'on connait, pas à cause de la destruction d'un organe auquel étaient dévolues certaines fonctions spéciales, mais en raison de l'irritation de certaines parties qui ne sont pas détruites, mais qui entourent plus ou moins celles qui l'ont été. Cette irritation, partant d'un point, s'irradie dans d'autres parties et arrête leur action, de la même façon que la galvanisation du nerf vague arrête l'activité des cellules nerveuses qui animent le cœur.

Cette théorie du *phénomène d'arrêt* ou *inhibitoire*, toute séduisante qu'elle est, et réelle en physiologie, ne saurait ici cependant expliquer les *paralysies durables*, grand caractère des hémiplégies dans l'espèce humaine et, jusqu'à preuve du contraire, nous admettrons qu'il y a dans l'écorce cérébrale des régions spécialisées, tout en acceptant qu'il y a des relations très intimes entre les divers centres fonctionnels. Ces faits sont du reste en parfait accord avec la grande loi de la division du travail physiologique, corollaire elle-même de la loi de la différenciation organique. La variabilité et l'adaptation à des conditions nouvelles d'existence appellent fatalement des modifications progressives de ce genre, ceci aussi bien en biologie qu'en sociologie.

Ce qui semble prouver qu'il en est bien ainsi, c'est que l'étendue des zones excitables du cerveau diminue à mesure que l'on descend la série des Vertébrés.

Selon FERRIER, JAMES, BASTIAN, les lésions corticales de la zone motrice causant une paralysie complète, peuvent se produire sans aucun trouble du sens musculaire, sans aucune paralysie. Le sens du mouvement, son étendue, sa direction, dépendent d'impressions centripètes produites par le mouvement lui-même et non pas par un courant centrifuge, naissant des centres moteurs, contrairement à l'avis de BAIN, WUNDT et HUGHLINGS JACKSON (FERRIER). La destruction des centres moteurs paralyse la puissance d'exécution, mais non pas la conception idéale du mouvement lui-même, ce qui prouve que les deux centres sont distincts, car il n'est pas rare qu'un hémiplégique s'aperçoive de sa paralysie par l'impossibilité d'effectuer le mouvement qu'il a conçu.

Les centres moteurs de la moelle sont le résultat des combinaisons musculaires synergiques purement réflexes, tandis que ceux de l'écorce sont le résultat des combinaisons volontaires. L'idée d'un mouvement n'est que le réveil dans les centres sensitifs correspondants d'impressions variées qui ont été associées avec ce mouvement particulier. Dans cet accomplissement, la vue peut remplacer en partie le sens musculaire.

pond et qu'il met en jeu, mais ce foyer est essentiellement constitué par l'union étroite et solidaire, organique et fonctionnelle des éléments d'élaboration psychique (cellules de l'écorce) et de ceux de transmission motrice (fibres blanches).

Dans la lésion d'un hémisphère (*hémorrhagie cérébrale*), si les membres et la face sont paralysés, le malade regarde du côté opposé à sa paralysie : il regarde sa lésion ; — si, au contraire, la face et les membres sont en contracture, le malade regarde ses membres contracturés. Quand l'altération siège dans le mésocéphale, la rotation de la tête se fait en sens opposé. — Le sujet « fume la pipe » du côté paralysé. Une hémorrhagie dans la région opto-striée conduit à l'hémiplégie, mais en même temps il y a coma, donc le cerveau est atteint dans sa totalité; le cœur se ralentit, la respiration s'embarrasse, donc le bulbe est affecté ; la résolution des membres est complète, il y a une suppression temporaire des réflexes médullaires eux-mêmes, donc la moelle est frappée. Ce retentissement de la lésion limitée au corps opto-strié à quoi est-il dû ? Probablement au *shok*, l'*étonnement cérébral* de TROUSSEAU, l'*inhibition* de BROWN-SÉQUARD.

15. — RAPPORTS GÉNÉRAUX DE L'ENCÉPHALE. — TOPOGRAPHIE CRANIO-CÉRÉBRALE.

Aujourd'hui qu'on ne discute plus guère sur les localisations cérébrales, et que la chirurgie contemporaine, d'autant plus audacieuse qu'elle se sent forte de l'innocuité de ses interventions, il importe que le chirurgien connaisse très exactement les rapports de l'encéphale avec les parois de la boîte crânienne pour arriver sûrement, le cas échéant, sur n'importe quel point du cerveau. J. LUCAS-CHAMPIONNIÈRE, LANDZERT, HEFFTLER, S. MÜLLER, W. ANDERSON et G. MAKINS, P. POIRIER, DANA, R. LE FORT, STIEDA, ZERNOFF, se sont efforcés de fournir à ce sujet des règles fixes aux chirurgiens.

La tente du cervelet divise la boîte crânienne en deux loges : une *loge cérébrale*, une *loge cérébelleuse*. Le cerveau occupe la première, le cervelet la seconde. La loge cérébrale est partagée elle-même en deux compartiments latéraux par la faux du cerveau. Dans chacun de ces compartiments vient se loger l'un des deux hémisphères cérébraux, dont la face inférieure repose sur la base du crâne et la tente du cervelet, les faces latérales se mettant en rapport, l'externe, avec la voûte du crâne, l'interne, avec la faux du cerveau.

Sur le plancher du crâne, nous trouvons trois excavations échelonnées d'avant en arrière. La première, en commençant par l'extrémité antérieure du crâne, c'est la *fosse cérébrale antérieure* ou *frontale* ; la suivante porte le nom de *fosse cérébrale moyenne* ou *temporo-sphénoïdale* ; la dernière est la *fosse cérébrale postérieure, occipitale* ou *cérébelleuse*. Dans la fosse antérieure se loge le lobe frontal dont la face inférieure repose sur les bosses orbitaires. Comme ces bosses ont une paroi très mince, il s'ensuit que le lobe frontal est très accessible aux traumatismes qui frappent l'orbite. Dans la fosse cérébrale moyenne reposent les lobes temporaux qui viennent ainsi affecter des relations assez étroites avec la cavité glénoïde et la paroi supérieure de la caisse du tympan. Ce voisinage explique qu'un violent traumatisme de la mâchoire inférieure ait pu faire pénétrer

le condyle du maxillaire dans le lobe temporal, et que maintes fois une otite moyenne suppurée s'est compliquée (par propagation) d'abcès du lobe temporal du cerveau.

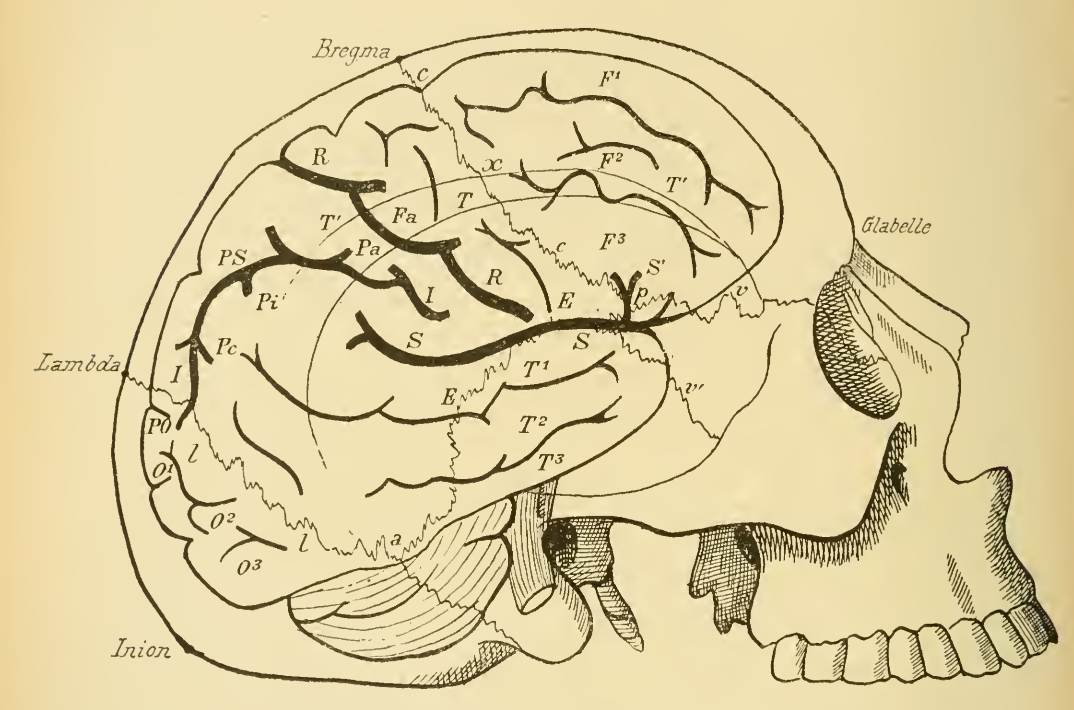


Fig. 199. — Rapports qu'affecte la surface du cerveau avec les parois du crâne (le cerveau est sensé vu par transparence à travers les parois crâniennes).

c, c, suture coronale ; E, E, suture écailleuse ; l, l, suture lambdoïde ; v, suture fronto-sphénoïdale ; v', suture temporo-sphénoïdale ; P, ptérion ; T, T', lignes courbes fronto-pariétales ; x, stéphanion ; a, astérion ; S, S, scissure de Sylvius, avec S', sa branche antérieure ; R, R, scissure de Rolando ; PO, scissure occipitale ; I, I, sillon interpariétal ; Fa, circonvolution frontale ascendante ; Pa, circ. pariétale ascendante ; F^1, F^2, F^3, première, deuxième et troisième circ. frontale ; PS, circ. pariétale supérieure ; Pi, lobule du pli courbe ; Pc, pli courbe ; T^1, T^2, T^3, première, deuxième et troisième circ. temporale ; O^1, O^2, O^3, première, deuxième et troisième circ. occipitale.

Par sa face externe, le cerveau répond aux parois latérales du crâne cérébral. — Chez l'adulte, la scissure de Rolando (R, R, fig. 199) est placée en arrière de la suture coronale ; elle ne lui est point parallèle. Son extrémité supérieure est de 45 à 50 mill. en arrière de cette suture, son extrémité inférieure de 26 à 30. — La scissure de Sylvius (S, S, fig. 199), à partir de sa branche antérieure, longe dans l'étendue de 3 à 4 centimètres la suture écailleuse. La scissure pariéto-occipitale (PO, fig. 199) répond à peu près à la suture lambdoïde. La pointe du lobe temporal siège à 15 mill. environ de l'apophyse orbitaire externe et à 20 mill. au-dessus de l'arcade zygomatique. Or, si nous savons que le

lambda est placé aux 21/100e de l'arc naso-iniaque, et l'extrémité de la scissure de Rolando aux 53/100e du même arc, il nous devient facile de déterminer sur la tête les points qui correspondent aux différents centres de l'écorce du cerveau.

Les points de repère, toujours faciles à sentir ou à trouver, sont : le *nasion*, l'*inion*, le *lambda* de 65 à 70 mill. au-dessus de l'inion, l'*apophyse orbitaire externe*, le *milieu de l'arcade zygomatique*, l'*astérion*. En réunissant ces points, préalablement reconnus, par des lignes, on obtient du même coup un tracé sur la tête du sujet vivant qui permet de découvrir tel point de l'écorce qu'on se propose.

Sur l'arc naso-iniaque se trouve l'extrémité supérieure de la scissure de Rolando, *point rolandique supérieur*, et le lobule paracentral (centre moteur volontaire des membres inférieurs) aux 53/100e de l'arc (à partir du nasion). Pour la déterminer plus simplement encore, prenez la moitié de la distance naso-iniaque et ajoutez 2 centimètres, à partir du nasion. Cette longueur varie, selon les sujets, de 16 à 19 cent. Si vous joigniez maintenant le point rolandique supérieur au *milieu de l'arcade zygomatique* vous obtenez la ligne que j'ai appelée *ligne rolando-zygomatique*, qui vous donne la direction générale de la scissure de Rolando (RZ, fig. 200).

Joignez-vous l'apophyse orbitaire externe au lambda, vous obtenez une deuxième ligne, dite *ligne orbito-lambdoïdienne* (GL, fig. 200) qui vous donne, à partir de ses premiers 25 à 28 mill., le trajet de la scissure de Sylvius.

Tirez-vous encore une ligne entre le point rolandique supérieur et l'astérion, vous obtenez une troisième ligne, la *ligne astério-rolandique* (Ra, fig. 200) qui passe par le milieu des deux circonvolutions pariétales. — Enfin, réunissez-vous le lambda à l'astérion, vous obtenez la *ligne astéro-lambdoïdienne* qui vous donne avec suffisamment d'exactitude le trajet de la scissure perpendiculaire externe (la' fig. 200).

Ces simples lignes une fois tracées vous permettront toujours de découvrir les centres psycho-moteurs et sensoriels de l'écorce. Une couronne de trépan, portée sur le point rolandique supérieur découvre le *centre des mouvements volontaires des membres inférieurs* (MI, fig. 196) ; une autre portée sur le point rolandique inférieur situé à 10 ou 15 mill. au-dessus de l'intersection des lignes rolandique et orbito-lambdoïdienne, vous conduit sur le centre *moteur de la face, de la langue et du larynx* (F,H, fig. 196) une troisième appliquée sur le milieu de la ligne rolandique et à 2 cent. en avant, vous amène sur le *centre de l'agraphie* (AG, fig. 196). Trépanez-vous sur la ligne orbito-lambdoïdienne, à 4 cent. en arrière de l'apophyse orbitaire externe, vous découvrez le pied de la circonvolution de Broca, c'est-à-dire le *centre de l'aphasie motrice* (A, fig. 196). — Portez-vous la craniectomie en arrière de l'intersection des lignes rolandique et orbito-lambdoïdienne, vous découvrez le pied de la circonvolution pariétale inférieure (P^2) où siège le *centre de la vision binoculaire* (hémianopsie). Ouvrez-vous le crâne, au contraire, au-dessous de l'intersection des lignes rolandique et orbito-lambdoïdienne, vous tombez sur le centre de la première circonvolution temporale (T^1), siège du *centre de la surdité verbale* (SV, fig. 196). Ce point siège à peu près à 3 centimètres au-dessus du méat auditif. Si vous

trépanez le crâne sur la ligne rolando-astérique, un peu au-dessus (15 mill.) de l'endroit où elle coupe la ligne orbito-lambdoïdienne, vous mettez à jour le lobule du pli courbe où siège le *centre de la cécité verbale* (CV, fig. 196). — Faites-vous la craniectomie sur la ligne orbito-lambdoïdienne, à 20 mill. en arrière de l'endroit où cette ligne croise la ligne rolando-astérique, vous découvrez le pli courbe, où l'on a placé le *centre des mouvements des yeux* (h, fig. 196).

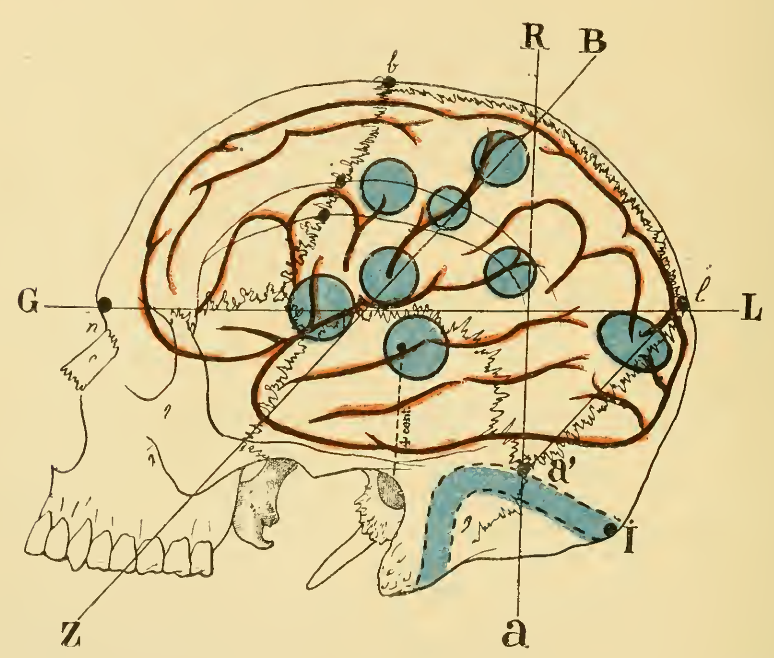


Fig. 200. — Rapports de la surface du cerveau avec la paroi du crâne. Procédé de l'auteur pour la craniectomie.

G, L, ligne opisthio-lambdatique; Ra, ligne rolando-astérique; BZ, ligne rolando-zygomatique; I, inion; n, nasion; b, bregma; l, lambda; a', astérion. Les contours, les scissures et les sillons du cerveau sont en rouge; les centres de trépanation correspondant aux centres corticaux du cerveau en bleu, et en bleu aussi est le sinus latéral. — Comparer avec la figure 196.

Enfin, si vous ouvrez le crâne sur le tiers supérieur de la ligne lambdato-astérique, mais en même temps un peu au-dessous de cette ligne, vous tombez sur le *centre visuel commun* (V, fig. 196), que l'on a placé à la fois dans le cunéus du lobe occipital et dans le pli courbe.

La *situation exacte des corps opto-striés* par rapport au crâne est facilement trouvée de la façon suivante : 1° Tirez la ligne rolando-astérique (R'H, fig. 201): cette ligne limite en arrière la couche optique; 2° élevez une verticale vers l'origine de la scissure de Sylvius (BO, fig. 201), c'est-à-dire à

environ 40 mill. en arrière de l'apophyse orbitaire externe : cette ligne limite en avant le corps strié; — 3° joignez enfin ces deux lignes verticales par une troisième ligne horizontale passant à 45 mill. au-dessous du vertex (N, fig. 201) et vous aurez la limite supérieure des ganglions centraux du cerveau (DANA).

Veut-on ponctionner enfin la corne temporale du ventricule latéral, *lieu d'élection de la ponction ventriculaire*, on trépanera à 4 centimètres au-dessus du méat auditif.

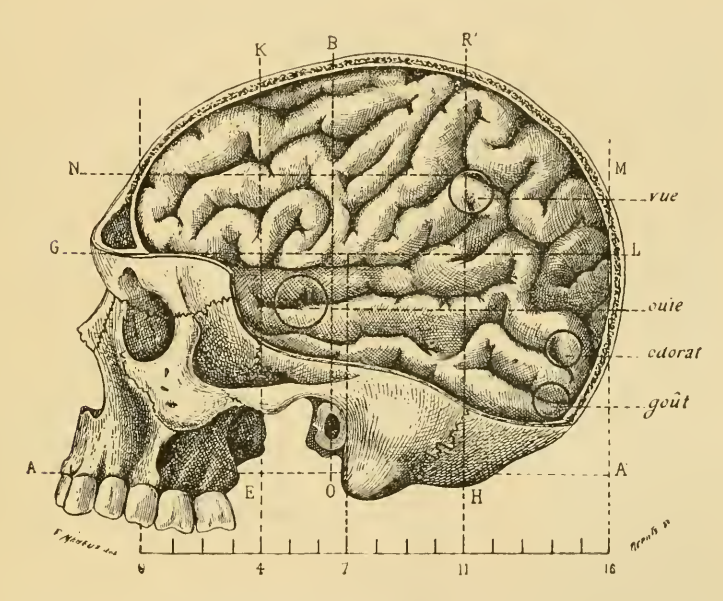


Fig. 201. — Rapports des ganglions centraux du cerveau avec l'écorce cérébrale et la paroi crânienne (d'après Binet et Ch. Féré).

GL, ligne opisthio-lambdatique ; AA, plan alvéolo-condylien ; KE, R'H, plans qui limitent en avant et en arrière les ganglions centraux ; NM, plan qui les limite en haut.

Dans la fosse cérébrale postérieure ou occipitale est logé le cervelet. — La limite supérieure de la fosse cérébelleuse est donnée par une ligne qui continue le bord supérieur de l'apophyse zygomatique et aboutit à l'inion. — Si l'on veut découvrir le cervelet, une couronne de trépan portée sur le milieu d'une ligne qui joint le sommet de l'apophyse mastoïde à l'inion, vous amènera sur le centre de l'organe. C'est le lieu d'élection pour évacuer les abcès du cervelet. — Enfin, a-t-on à trépaner l'antre mastoïdien, on portera l'instrument sur la moitié antérieure de l'apophyse mastoïde à la hauteur du méat.

Les *variations de la cranio-topographie* suivant les sujets adultes ne dépassent guère 10 à 15 mill. — Mais il n'en est pas de même des *modifications qu'elle subit chez l'enfant*. Les recherches à ce sujet de DE LA FOULHOUSE (1876), de FÉRÉ (1879), de SYMINGTON (1887), de POIRIER (1890) et de DANA (1891) sont un peu contradictoires,

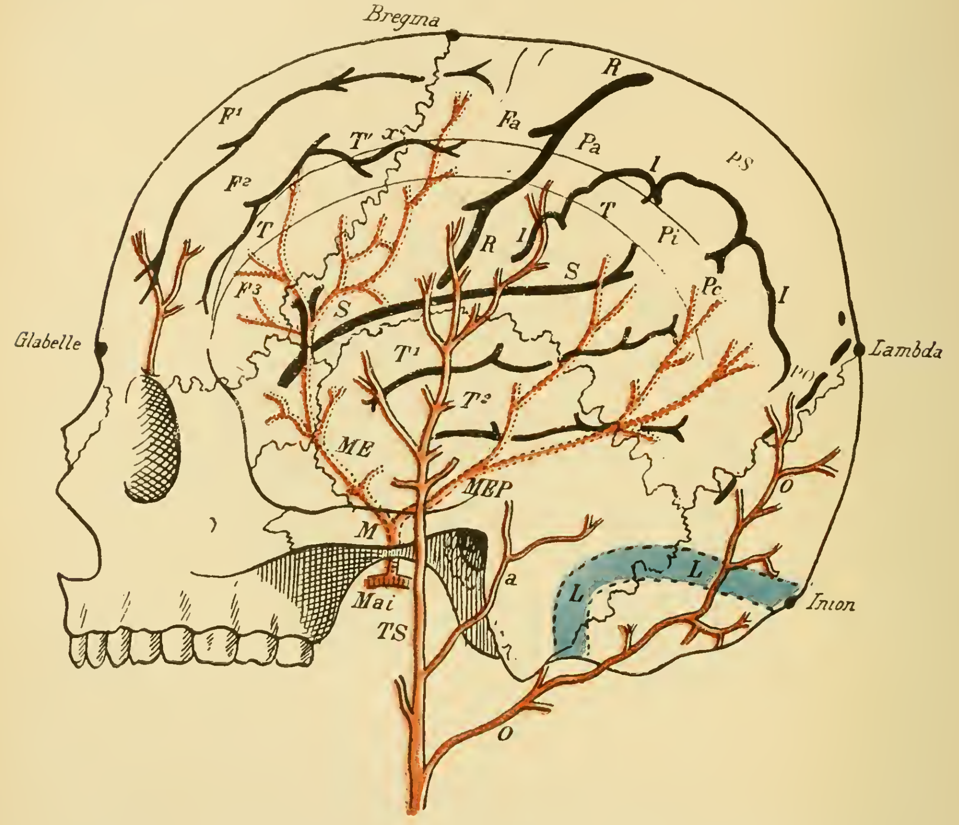


Fig. 202. — Relations qu'affectent les artères temporale superficielle et méningée moyenne avec les parois du crâne et la surface du cerveau.

S, S, scissure de Sylvius ; R, R, scissure de Rolando ; Fa, circonvolution frontale ascendante ; Pa, circonvolution pariétale ascendante ; F^1, F^2, F^3, les trois frontales ; T^1 et T^2, les deux premières temporales ; Po, scissure perpendiculaire externe ; I, I, sillon interpariétal ; P^s, circonvolution pariétale supérieure ; Pi, lobule du pli courbe ; Pc, pli courbe ; T, T, ligne courbe pariétale inférieure, et T', ligne courbe pariétale supérieure ; x, stéphanion ; TS, artère temporale superficielle ; O, O, artère occipitale ; a, artère auriculaire postérieure ; Mai, artère maxillaire interne ; M, artère méningée moyenne (en pointillé pour indiquer qu'elle occupe l'intérieur du crâne), avec ses branches antérieure (ME) et postérieure (MEP).

mais comme les différences sont du ressort du développement du crâne et non pas dans les relations respectives des lobes du cerveau, il s'ensuit dès lors que les procédés basés sur des chiffres exprimant les rapports respectifs entre l'encéphale et sa boite osseuse seront aussi bien applicables à l'enfant qu'à l'adulte. Or, c'est le caractère du procédé que nous avons exposé.

Dans toutes ces circonstances, on évitera le sinus longitudinal supérieur en trépanant à 15 ou 20 mill. de la ligne sagittale ; le sinus latéral étant placé sur le trajet de la ligne naso-iniaque, au niveau de son tiers postérieur, on l'évitera dans la trépanation cérébelleuse, en ouvrant à 12 ou 15 mill. au-dessous de cette ligne. — Dans la trépanation de la ligne rolandique, on évite la branche antérieure de l'artère méningée moyenne et le sinus sphéno-pariétal de Breschet, car on passe en arrière, l'artère longeant sensiblement la suture sphéno-temporale, puis traversant la ptère et montant ensuite le long de la suture coronale (ME, fig. 202).

Voy. R. L. Le Fort, *La Topographie cranio-cérébrale* (Thèse de Lille, 1891). — L. Stieda, *Veber cranio-cérébrale topographie* (Biologischen Centralblatt, 1893).

Guidé par l'appareil symptomatique propre à chaque localisation cérébrale, le chirurgien, avec le procédé simple et facile à appliquer par tout e monde que nous venons de décrire, pourra souvent intervenir d'une façon utile dans nombre de cas de lésions du cerveau (corps étrangers, abcès, épilepsie traumatique, etc.) Si nous ne lui avons pas dit *quand* il faut ouvrir le crâne, nous lui avons au moins dit *comment* il faut le faire, lorsque son « flair chirurgical » a jugé que l'intervention était devenue nécessaire (1).

16. — Développement des centres nerveux.

Nous décrirons successivement : 1° le développement de la moelle épinière ; 2° le développement de l'encéphale ; 3° le développement histogénique des centres nerveux ; 4° le développement des circonvolutions du cerveau ; 5° le développement des racines des nerfs.

1° Développement de la moelle. — Lorsque les bipartitions successives et répétées du noyau de l'œuf ont donné naissance au blastoderme, et que celui-ci s'est subdivisé en trois feuillets superposés, le feuillet externe ou ectoderme se déprime le long de la ligne axiale de la tache embryonnaire pour former un sillon longitudinal. — Ce sillon (S. fig. 204) est limité à droite et à gauche par une crête, les *crêtes dorsales* (c,c, fig. 204), qui s'élèvent peu à peu, se rapprochent en convergeant vers la ligne médiane, et enfin finissent par se réunir et se souder de façon à transformer le sillon médullaire en un canal complet, le *canal neural* (M, fig. 204),

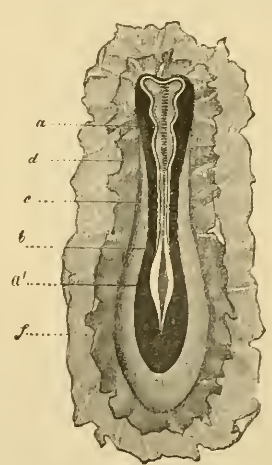


Fig. 203. — Ebauche embryonnaire de l'œuf de la chienne vue de face : canal neural.

A, vésicules cérébrales ; a', sinus rhomboïdal lombaire de la moelle ; b, protovertèbres ; c, plaque latérale ; d, f, membranes embryonnaires déchirées.

(1) Dans des cas d'hémorrhagies, de kystes, d'abcès, d'hydrocéphalie, etc., la craniectomie en permettant d'évacuer le liquide, a pu donner des succès et guérir différentes paralysies. Le même mode de traitement a été proposé pour remédier à l'idiotie, conséquence de la microcéphalie, par Lannelongue (sans grand espoir de succès toutefois. — Bourneville l'a démontré récemment), et l'on sait que l'épilepsie jacksonnienne ou traumatique a été souventes fois améliorée ou radicalement guérie par la trépanation et enlèvement de « l'épine » qui irritait l'écorce du cerveau.

dont nous retrouvons les vestiges chez l'adulte sous la forme du canal de l'épendyme (1).

Une fois fermé, le canal médullaire s'isole peu à peu de l'ectoderme qui lui a donné naissance par suite de la prolifération des cellules du mésoderme qui l'environnent et qui finissent par l'englober.

Au moment où le cylindre médullaire vient de se clore, la paroi du canal est composée de cellules épithéliales, dont la rangée qui limite la lumière du canal central a pris le caractère prismatique de l'épithélium épendymaire. Ces cellules prolifèrent par karioeynèse, et donnent naissance aux éléments de la substance grise, et au fur et à mesure de cette croissance, le canal lui-même se rétrécit. Avant même la fermeture totale du sillon névraxial, l'ectoderme neural est déjà composé de plusieurs couches. Ses cellulles s'étirent en biscuit et se divisent, les cellules-filles restant unies toutefois par des filaments protoplasmiques. Il se forme ainsi des chaînes cellulaires radiées, étendues de la rangée des cellules épendymaires à la basale (2) qui limite à la périphérie le névraxe primitif. — Indépendamment des cellules de l'ectoderme entrant dans la composition de l'ébauche de la moelle, il intervient assez tôt dans la constitution de cet organe, des éléments qui dérivent du mésenchyme. Le tube médullaire, une fois isolé de l'ectoderme, est en effet entouré par des cellules du mésoderme qui fournissent à la fois l'ébauche de la paroi du canal rachidien et les enveloppes de la moelle épinière. La couche la plus voisine de la moelle, celle qui fournira la pie-mère, intervient dans la constitution de la charpente de l'organe. D'elle s'échappent des prolongements qui s'enfoncent dans la moelle et y portent des vaisseaux et des éléments connectifs d'où dérivera la substance intercellulaire ou connective de la moelle épinière. La moelle, largement abordée par les vaisseaux, voit ses cellules pousser des prolongements qui établissent des anastomoses entre les cellules des chaînes radiales de prolifération. Il s'établit de la sorte un réseau de prolongements protoplasmiques, coupés par des nœuds qui répondent aux éléments cellulaires et d'où dérive le tissu neuro-névroglique. — La substance grise de la moelle est contenue en puissance dans ces cellules ramitiées, qui proviennent d'une prolifération des cellules de l'épendyme.

Ultérieurement, les cellules de la substance grise,

I P ect ect II S ect III c c ect G IV ect ect M

Fig. 204. — Schème du développement de la moelle épinière.

I, premier stade : plaque médullaire; II, deuxième stade : sillon médullaire ; III, stade plus avancé: gouttière médullaire presque close; IV, stade final : canal médullaire ou neural, entièrement clos et désormais séparé de l'ectoderme ; ect, ectoderme; P, plaque médullaire; S, sillon médullaire; G, gouttière médullaire; c, c, crêtes médullaires ou dorsales ; M, moelle épinière.

(1) Le renflement antérieur de la moelle épinière (vésicule cérébrale primordiale (?) de l'*Amphioxus* s'ouvre directement à l'extérieur (face dorsale). Cet orifice ne peut que correspondre à un *neuropore*, c'est-à-dire au dernier reste de la communication de l'encéphale avec l'épiderme de la peau (Hatschek).

(2) La basale, qui limite en dehors l'ectoderme neural, *membrana prima* de Hensen, n'est autre chose que la continuation de la membrane basilaire qui sépare l'ectoderme du mésoderme.

qui sont originairement toutes semblables, se différencient et se groupent autour du canal central sous forme de quatre colonnettes, qui deviennent l'origine des cornes de cette substance. La transformation des cellules médullaires primitives en cellules médullaires ou en cellules névrogliques, s'effectue entre le troisième et le cinquième mois de la vie utérine. — De trois à quatre mois ces éléments acquièrent des prolongements ramifiés, à part l'un d'entre eux qui ne se ramifie pas et se révèle déjà comme le prolongement de Deiters.

A la naissance, les cellules de la moelle ont en partie acquis les caractères des cellules de la moelle de l'adulte, mais leur achèvement ne s'accomplit que plus tard.

A la surface du cylindre de substance grise primitive, ne tardent pas à se développer les parties blanches, destinées à donner naissance aux cordons médullaires. — Ceux-ci apparaissent successivement et restent longtemps distincts. — Les premiers en date sont les cordons antérieurs : ils sont visibles sur l'embryon humain de la fin du premier mois. A cette époque une zone de substance blanche est venue coiffer les rudiments des cornes antérieures et postérieures et constituer les zones spinales motrices et sensitives ou zones radiculaires qui doivent former plus tard les cordons antéro-latéraux et postérieurs. Les derniers venus sont les cordons latéraux : ils naissent vers sept ou huit semaines (2, 3, fig. 205). La croissance de ces cordons, autour de la substance grise centrale, donne lieu à la commissure blanche et aux sillons de la moelle.

Les *fibres de la substance blanche* ne sont que les prolongements des cellules nerveuses, ainsi que l'a établi His, sur des embryons humains de dix-huit à vingt-cinq jours. A cette époque de la vie utérine, on peut voir les fibres des chaînes radiales proliférantes de la substance grise, s'élargir lorsqu'elles arrivent à la périphérie et former là une sorte d'écorce, *membrana limitantes medullaris* de His, qui est le premier rudiment de la substance blanche.

Il est digne de remarque, qu'au début les tubes nerveux ne possèdent point de gaine de myéline. — Au septième mois les fibres à myéline sont abondantes dans les cordons antérieurs, en proportion beaucoup moindre encore dans les cordons latéraux et postérieurs (Vignal). Les cordons blancs de la moelle n'arrivent du reste qu'assez tardivement à leur complet développement. — Les fibres des faisceaux pyramidaux ne sont pas encore complètement engainés par la myéline

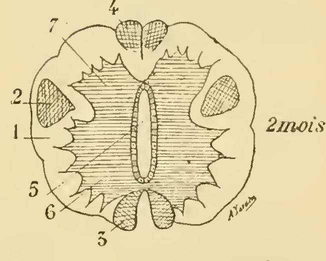


Fig. 205. — Développement des cordons de la moelle chez le fœtus humain (d'après Pierret).

A. Fœtus d'un mois : 1, ébauche du cordon postérieur ; 2, ébauche du cordon antéro-latéral ; 3, corne antérieure, et 4, corne postérieure de la substance grise ; 5, canal central ; Ra, racine antérieure ; Rp, racine postérieure des nerfs rachidiens. — B. Fœtus de 6 semaines : 1, cordon postérieur ; 2, cordon antéro-latéral ; 3, ébauche du cordon latéral ; 4, canal central ; 5, corne antérieure, et 6, corne postérieure — C. Fœtus de 2 mois : 1, substance blanche ; 2, cordon latéral ; 3, cordon de Turck ; 4, cordon de Goll ; 5, canal central ; 6, corne antérieure, et 7, corne postérieure de la substance grise.

à la naissance et, à cette époque aussi, Pierret a fait voir que les cordons de Goll sont loin d'être achevés. Ce phénomène de différenciation est le résultat de la formation des gaines de myéline autour des cylindres-axes (Flechsig).

De très bonne heure apparaît, autour de l'épendyme, une substance molle et grisâtre, qui forme comme une gangue aux éléments nerveux de la moelle. — Pour les uns (Virchow, Henle, Merkel, Kölliker, Frey, Klein, etc.), cette gangue, qui n'est que la *névroglie* (tissu de soutènement), est de nature connective; pour d'autres (Ch. Robin, Boll, Golgi, Eichorst, etc.), elle est de nature spéciale et particulière. Mais des recherches récentes de Ranvier, J. Renaut, Vignal, L. Witkowski, il résulte que les cellules de la névroglie, comme les cellules des centres nerveux eux-mêmes, procèdent du neuro-épithélium primitif. — Du troisième au cinquième mois, la cellule névroglique acquiert ses caractères particuliers. — Elle passe d'abord par la forme étoilée, puis par la forme ramifiée, *cellule araignée*. — Ce qui prouve que cette formation est indépendante du tissu conjonctif, c'est qu'on la rencontre dans la moelle de la lamproie et de l'ammocœte. Or, les vaisseaux n'ont pu apporter de tissu connectif dans la moelle de ces animaux, car ils y font à peu près totalement défaut (Reissner, Langerhans, J. Renaut, etc.).

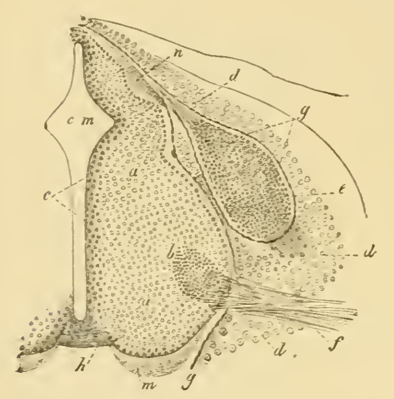


Fig. 206. — Coupe transversale de la moelle d'un embryon de brebis.

c m, canal central de la moelle; a, substance grise; b, origine des racines antérieures f; c, épithélium épendymaire; d, ébauche des vertèbres; e, g, ganglion spinal avec la racine postérieure n; h, ébauche de la commissure antérieure; m, ébauche du cordon antéro-latéral; n, ébauche du cordon postérieur.

Au début, la moelle descend jusqu'à l'extrémité inférieure du rachis et même au-delà du coccyx (Tourneux et Herrmann), mais à partir du troisième mois elle cesse de s'allonger aussi vite que le canal vertébral, d'où son remontement relatif dans ce canal et sa cessation au niveau de la première ou deuxième vertèbre lombaire chez l'adulte (1).

C'est donc par *végétation* (Ranvier, Renaut) et non par *étirement* (Hensen) que s'allonge et se développe le neuro-épithélium primitif, qui donne ainsi naissance aux chaînes radiales de prolifération dont les grains ont la valeur de cellules nerveuses jeunes, reliant d'une part l'épithélium épendymaire générateur à la vitrée de l'ectoderme réfléchie autour du névraxe épithélial et devenue la *membrana prima* de Hensen. Cette végétation donne lieu à une stratification analogue à celle de l'épiderme ; mais, abordés plus tard par les vaisseaux, les éléments des chaînes radiales subissent de profondes modifications et prennent alors les caractères des para-épithéliums (J. Renaut).

2. — **Développement de l'encéphale.** — L'encéphale dérive, comme la moelle épinière, du sillon médullaire qui, avant même sa fermeture, se dilate un peu à son extrémité antérieure et présente trois renfle-

(1) Nous savons que, chez l'embryon, un canal, *canal neurentérique*, fait communiquer l'extrémité inférieure du canal médullaire avec l'extrémité caudale de l'intestin. Ce canal s'oblitère de très bonne heure. La glande coccygienne de l'adulte en occupe à peu près la place. (Bland Sutton (1890) a considéré cette glande comme le vestige du canal (?). De même, l'extrémité caudale de la moelle a une portion post-coccygienne qui se sépare du reste et persiste sous la forme d'une petite masse blanchâtre logée dans le pannicule sous-cutané de la région coccygienne (Herrmann et Tourneux).

ments séparés par deux étranglements : ces renflements ce sont les premières ébauches des trois *vésicules cérébrales primitives* qui se complètent bientôt par l'occlusion du tube encéphalique sur la ligne médio-dorsale. — La *vésicule antérieure*, la plus volumineuse, fournit de bonne heure deux petits diverticules latéraux qui deviendront les vésicules oculaires primitives; la *vésicule moyenne* est moins spacieuse, et la *vésicule postérieure* se continue insensiblement avec la moelle (1, 2, 3, fig. 209).

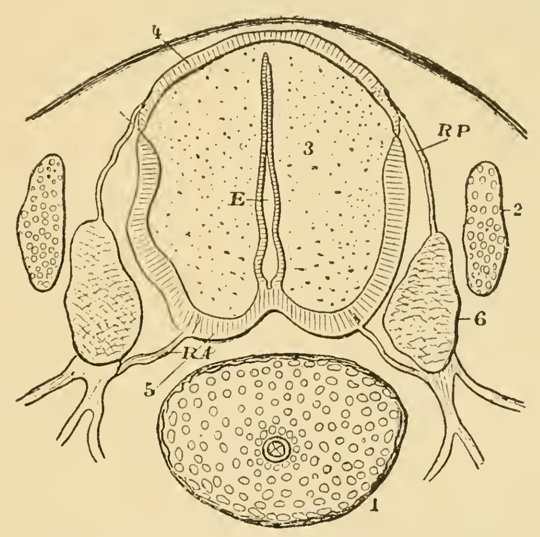


Fig. 207. — Coupe transversale de la moelle épinière d'un fœtus de brebis de 30 millimètres (3 à 4 semaines) au niveau de la région rénale. Gross. 25 d.

1, corps vertébral avec la corde dorsale au centre ; 2, lame vertébrale ; 3, substance grise de la moelle ; 4, ébauche des cordons postérieurs ; 5, ébauche des cordons antéro-latéraux ; 6, ganglion rachidien ; RP, racines postérieures ; RA, racines antérieures ; E, canal épendymaire.

Par suite des progrès du développement, on voit sortir de la partie antérieure de la vésicule cérébrale antérieure au-dessus et en avant de l'embouchure des pédicules optiques, une sorte d'ampoule, d'abord simple, mais bientôt divisée en deux moitiés latérales par un sillon longitudinal : ce sont là les ébauches des *vésicules hémisphériques* (1, fig 209 B), qui restent unies au fond du sillon par une lame nerveuse, la *lame unissante* (1, fig. 212). — A partir de ce moment, la moitié postérieure de la vésicule cérébrale antérieure primitive qui donne insertion aux pédicules optiques, prend le nom de *vésicule intermédiaire* (1', fig. 209 B).

Durant ces modifications, la *vésicule cérébrale moyenne primitive* (2, fig. 209 B) ne subit aucun changement notable, mais la *postérieure* est subdivisée elle-même en deux portions par un étranglement qui se fait à sa partie moyenne.

A ce moment l'encéphale de l'embryon se compose donc de *cinq vési-*

cules cérébrales appelées *vésicules secondaires* : 1° La *vésicule antérieure*, *cerveau antérieur*, *prosencéphale*, constituée principalement par les *vésicules hémisphériques*, destinées à former les hémisphères cérébraux par leurs parois et les ventricules latéraux par leur cavité ; — 2° la *vésicule intermédiaire*, *cerveau intermédiaire*, *thalamencéphale*, destinée à former le ventricule moyen par sa cavité et les couches optiques par ses parois ; — 3° la *vésicule moyenne*, *cerveau moyen*, *mésencéphale*, qui formera les tubercules quadrijumeaux et l'aqueduc de Sylvius; — 4° le *cerveau postérieur*, *vésicule du cervelet* ou *métencéphale*, dérivé de la moitié antérieure de la vésicule cérébrale postérieure et donnant le cervelet et la protubérance ; et, — 5° l'*arrière cerveau*, *vésicule du bulbe*, *épencéphale*, qui fournira la moelle allongée, la cavité tout entière de la vésicule postérieure primitive donnant lieu au quatrième ventricule (1, 1', 2, 3, 4, fig. 209 B).



Fig. 208. — Développement de la moelle épinière et du cerveau chez l'Homme (Tiedemann).

A, cerveau et moelle d'un embryon de sept semaines, et B, d'un embryon plus âgé : b, moelle ; d, renflement et inflexion de la nuque ; c, cervelet ; e, ébauche des tubercules quadrijumeaux ; f, couche optique ; g, hémisphère du cerveau ; C, cerveau et moelle d'un embryon de onze semaines : b, moelle ; d, inflexion nuchale ; c, cervelet ; e, ébauche des tubercules quadrijumeaux ; g, hémisphère du cerveau qui recouvre déjà le cerveau moyen et arrive aux tubercules quadrijumeaux qu'il ne recouvre pas encore ; o, nerf optique. — C', même cerveau en coupe sagittale médiane : b, moelle épinière ; d, inflexion du pont de Varole ; c, cervelet ; e, tubercules quadrijumeaux ; f, couche optique ; v, troisième ventricule et ébauche de l'infundibulum ; g, hémisphère.

A partir du moment de l'apparition des vésicules hémisphériques, le tube encéphalique, jusqu'alors à peu près droit, s'incurve fortement en avant et en bas par son extrémité

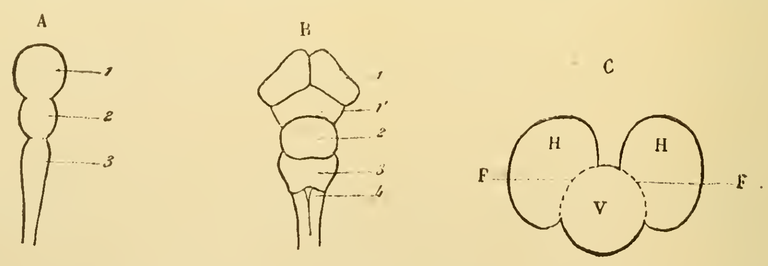


Fig. 209. — Evolution des vésicules cérébrales.

A, les trois vésicules cérébrales : 1, vésicule antérieure ; 2, vésicule moyenne ; 3, vésicule postérieure. — B, subdivision des trois vésicules primitives en cinq vésicules secondaires ; 1, vésicule des hémisphères ; 1', cerveau intermédiaire ; 2, cerveau moyen ; 3, cerveau postérieur ; 4, arrière cerveau. — C, coupe transversale des vésicules cérébrales passant par le thalamencéphale et les vésicules des hémisphères : V, vésicule des couches optiques (3e ventricule) ; H, H, vésicules des hémisphères (ventricules latéraux ; F, F, fentes de Monro.

antérieure. — Cette sorte d'antéversion du cerveau antérieur, *inflexion céphalique antérieure* de Kölliker, conduit sur la base du crâne la *lame unissante*

qui se continue en arrière avec le toit du cerveau intermédiaire et limite maintenant en avant et en bas la cavité du ventricule moyen en se prolongeant jusqu'au chiasma où elle prend le nom de *lame terminale* (l, fig. 212). A partir de cette époque, la partie antérieure du tube encéphalique a dépassé l'extrémité de la corde dorsale sur laquelle elle semble s'être enroulée, et il y a réellement à la base du crâne membraneux deux segments (Dursy, Loewe), l'un postérieur ou *chordal*, l'autre antérieur ou *préchordal*.

Cette incurvation n'est pas la seule que subissent les vésicules cérébrales. Il s'en fait une deuxième, *inflexion du pont de Varole* (d, fig. 208 C), par suite de la courbure en arc de cercle du cerveau moyen et de l'arrière cerveau ; puis une dernière, *inflexion de la nuque*, au point de jonction de la moelle et de l'arrière-cerveau : cette dernière donne lieu à l'*éminence nuchale* (d, fig. 208 B).

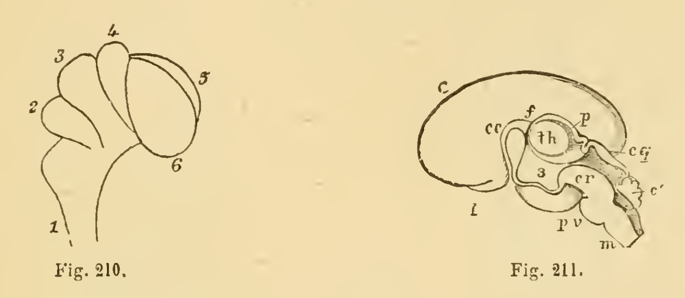


Fig. 210. Fig. 211.

Fig. 210. — Les cinq vésicules cérébrales secondaires vues de côté (embryon de 7 semaines).

1, vésicule du bulbe ; 2, vésicule du cervelet ; 3, vésicule des couches optiques ; 4, vésicule intermédiaire ; 5, 6, les 2 vésicules des hémisphères.

Fig 211. — Encéphale d'un embryon humain de 14 semaines vu en coupe sagittale (grossi 3 fois).

c, hémisphère cérébral ; c, c, corps calleux commençant à passer en arrière ; f, trou de Monro ; p, toile choroïdienne et glande pinéale ; th, couche optique ; 3, troisième ventricule. — I, bulbe olfactif ; cq, tubercules quadrijumeaux ; cr, pédoncules du cerveau et au-dessus d'eux l'aqueduc de Sylvius encore large ; c' cervelet, et au-dessous de lui le quatrième ventricule ; pv, pont de Varole ; m, moelle allongée.

La cause de ces incurvations doit être cherchée dans les résistances mécaniques que le tube encéphalique éprouve dans son développement.

Les saillies mésodermiques (Kölliker, Loewe) qui pénètrent entre les différents segments jouent peut-être bien aussi un certain rôle, car elles peuvent déprimer la paroi des vésicules et les soumettre ainsi à des déformations passives ; mais le rôle le plus important en l'espèce doit être dévolu à l'accroissement plus rapide en longueur de la paroi supérieure du tube encéphalique (Rathke, Dursy. His, Kölliker, etc).

C'est de ce tube nerveux recourbé sur lui-même et qui représente l'encéphale primitif que vont naître par suite d'amincissement des parois ici, d'épaississement ailleurs, toutes les parties de l'encéphale. L'évolution

de ces vésicules ne diffère pas, au fond, de celle de la moelle épinière; elle consiste principalement en une multiplication des cellules constituant le tube neuro-encéphalique primitif et en une différenciation progressive de ces éléments, les uns acquérant les caractères des cellules nerveuses, les autres ceux des cellules de soutien ou cellules névrogliques. Plus tard, les cylindres-axes émanés des cellules nerveuses s'entourent d'une gaine de myéline et l'on voit apparaître dans la substance grisâtre uniforme du début, des tractus de substance blanche qui se montrent suivant un ordre déterminé dans les diverses régions de l'encéphale. Quant aux cavités de ces vésicules, en continuité avec le canal central de la moelle, elles donneront naissance aux ventricules du cerveau et aux trous qui les mettent en communication chez l'adulte.

Voyons les transformations évolutives des différentes vésicules cérébrales.

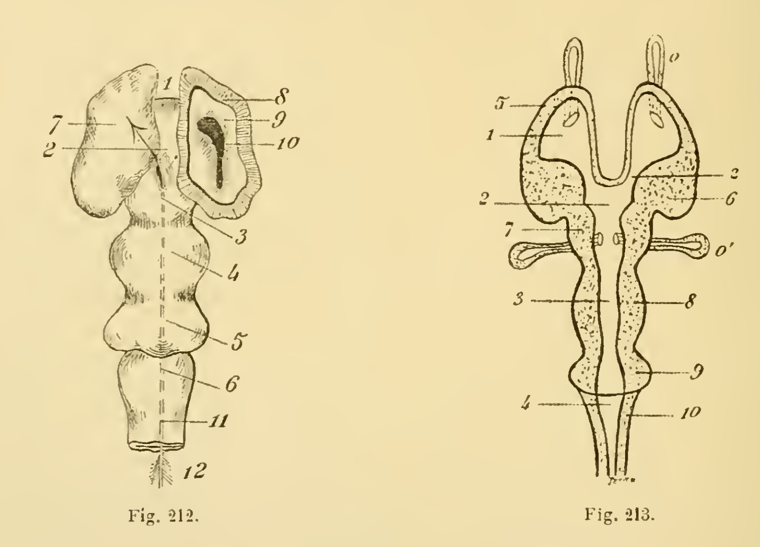


Fig. 212. Fig. 213.

Fig. 212. — Les vésicules cérébrales vues d'en haut.

1, lamina terminalis (lame unissante); 2 et 3, vésicule cérébrale intermédiaire (couches optiques et troisième ventricule); 4, vésicule des tubercules quadrijumeaux; 5, vésicule du cervelet; 6, vésicule du bulbe; 7 et 8, paroi de la vésicule des hémisphères; 9, cavité de cette vésicule (ventricule latéral), dont la paroi supérieure a été enlevée; 10, fente de Monro; 11, moelle; 12, flèche qui passe à travers le canal central de la moelle et du cerveau.

Fig. 213. — Les vésicules cérébrales vues en coupe horizontale.

1, ventricule latéral; 2 fente de Monro; 2', troisième ventricule; 3, aqueduc de Sylvius; 4, quatrième ventricule; 5, paroi des vésicules des hémisphères; 6, corps strié; 7, thalamencéphale (couche optique); 8, tubercules quadrijumeaux; 9, cervelet; 10, bulbe.

Cerveau postérieur et arrière-cerveau. — En même temps que se produit la courbure du pont de Varole, il se fait : 1° un élargissement des deux dernières vésicules cérébrales; 2° un épaississement assez consi-

dérable de leurs parois antéro-latérales; 3° un amincissement extrême du toit de l'arrière-cerveau qui se réduit à une membrane très mince, *membrane obturatrice du quatrième ventricule* de Kölliker. Le plafond non aminci du cerveau postérieur (vésicule cérébelleuse) donne naissance à une forte lame nerveuse qui fournira le cervelet et le voile médullaire antérieur (valvule de Vieussens), son plancher constitue la protubérance (1, 2, fig. 214 B) et les parois latérales donnent naissance aux trois paires de pédoncules cérébelleux. Le plafond de l'arrière-cerveau (vésicule bulbaire) réduit à une simple couche épithéliale (l'épithélium épendymaire), représente la membrane obturatrice (voile médullaire postérieur et valvules de Tarin). Cette membrane (4, fig. 214) est refoulée plus tard vers la cavité du quatrième ventricule par le développement de riches réseaux vasculaires, *toile choroïdienne inférieure et plexus choroïdes du quatrième ventricule* (5, fig. 214 A), qui, au fur et à mesure qu'ils s'enfoncent dans la cavité ventriculaire, sont coiffés par cette lame, d'où l'on s'explique que les plexus choroïdes soient tapissés par l'épithélium épendymaire et réellement en dehors de la cavité du ventricule. Le plancher de l'arrière-cerveau fournit le bulbe, la cavité répond au quatrième ventricule.



Fig. 214. — Développement de l'arrière-cerveau (bulbe et cervelet).

A. Coupe transversale de la vésicule du bulbe : 1, 1, ébauche des pyramides antérieures; 2, corps du bulbe; 3, cavité du 4e ventricule; 4, toit du 4e ventricule; 5, plexus choroïdes du 4e ventricule. — B. Coupe sagittale de la vésicule du bulbe : 1. pont de Varole ; 2, cervelet ; 3, cavité du 4e ventricule, 4, toit du 4e ventricule ; 5, valvule de Tarin; 6, membrane obturante.

Cerveau moyen. — Les modifications du cerveau moyen sont peu compliquées. Les parois s'épaississent considérablement pour donner naissance : en bas (plancher) à la partie postérieure des pédoncules cérébraux et à la lame perforée postérieure; — en haut (voûte) aux tubercules quadrijumeaux qui ne sont nettement dessinés qu'au septième mois de la vie fœtale; — à droite et à gauche (parties latérales) aux corps genouillés.

Sa cavité rétrécie en forme de canal, *aqueduc de Sylvius*, continue à s'ouvrir en bas dans le quatrième ventricule, en haut dans le ventricule moyen (3, fig. 215).

Cerveau intermédiaire. — Les transformations du cerveau intermédiaire, vésicule des couches optiques, thalamencéphale, sont également assez simples.

Cette vésicule communique avec les vésicules des hémisphères par deux ouvertures d'abord très larges, mais qui se rétrécissent par la suite pour prendre la forme de deux fentes longitudinales, *fentes de Monro* (2, 10, fig. 212). Sa cavité persiste sous la forme du troisième ventricule et ses parois latérales s'épaississent considérablement pour former les couches optiques (3, fig. 217 B), qui s'unissent bientôt en dehors à des éminences ganglionnaires développées dans les parois des vésicules hémisphériques, les corps striés (6, fig. 101 et 4, fig. 218). La paroi supérieure émet un diverticulum en doigt de gant qui donnera naissance à l'*épiphyse* (8, fig. 215) : on s'explique de la sorte la situation des pédoncules de la glande pinéale chez l'adulte. La partie du toit du thalamencéphale placée en arrière du conarium donne naissance à la commissure postérieure ; la partie antérieure s'amincit à un tel point qu'elle se réduit à l'épithélium épendymaire que vient recouvrir une lame de pie-mère, toile choroïdienne : on conçoit de la sorte que le plafond du troisième ventricule ne soit plus formé chez l'adulte que par la toile choroïde tapissée inférieurement par l'épithélium ventriculaire. Au-dessus de cette toile vasculaire les deux vésicules des hémisphères se rapprochent, recouvrent, en se portant en arrière, la vésicule intermédiaire qu'ils débordent de toutes parts et finissent par se souder l'un à l'autre en donnant naissance à deux commissures, le corps calleux et le trigone (Voy. fig. 136 et 137). Comme le disait encore récemment L. Blumeau (*Arch. f. mikr. Anat.* XXXVII, 1891), le corps calleux naît par une sorte d'étirement, parce qu'il débute par la fusion interne des deux vésicules hémisphériques.

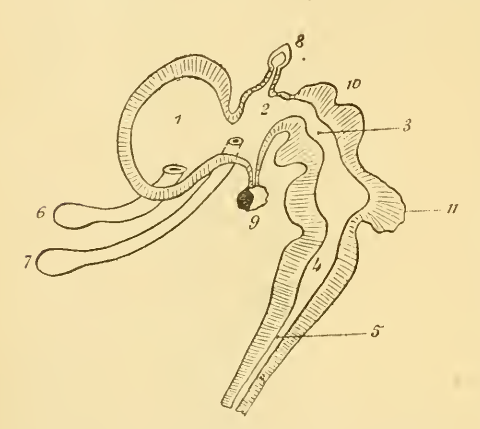


Fig. 215. — Les vésicules cérébrales vues en coupe sagittale (schème).

1, vésicule hémisphérique ; 2, vésicule intermédiaire; 3, vésicule des couches optiques ou des éminences bigéminées ; 4, vésicule du bulbe ; 5, canal central de la moelle; 6, vésicule optique; 7, vésicule olfactive ; 8, épiphyse ; 9, hypophyse ; 10, éminences bigéminées; 11, cervelet.

On comprend maintenant comment la toile choroïde est emprisonnée au-dessus du toit du troisième ventricule et pourquoi elle semble placée dans l'intérieur du cerveau, alors qu'elle est réellement en dehors de ses cavités.

La paroi inférieure de la vésicule intermédiaire donne naissance à la lame grise des nerfs optiques, à l'infundibulum et à la tige pituitaire qui va se mettre en rapport avec le fond du saccule hypophysaire de l'ectoderme pharyngien pour constituer le lobe postérieur de la glande pituitaire, et plus tard (cinquième mois) elle donne encore naissance aux tubercules mamillaires et à la lame interpédonculaire. Dans la portion adjacente des parois latérales prennent naissance les bandelettes optiques et la partie antérieure des pédoncules cérébraux.

Comparé à ce qui existe chez les Vertébrés inférieurs, le cerveau moyen (tubercules quadrijumeaux) n'occupe plus qu'une très petite étendue dans l'encéphale des Mammifères. Le cervelet, au contraire (cerveau postérieur), a acquis un grand développement. Il en est de même du pont de Varole qui apparaît chez les Mammifères et se développe d'autant plus que l'animal occupe une position plus élevée dans l'échelle zoologique.

Cerveau antérieur. — Au début le *cerveau antérieur*, *prosencéphale*, est représenté par une ampoule unique surmontant en avant la vésicule intermédiaire, mais ayant avec elle un plancher commun. Dans les stades ultérieurs a lieu : 1° la subdivision de la vésicule hémisphérique impaire et médiane en deux vésicules hémisphériques paires et symétriques par suite de la formation d'un sillon longitudinal sur la voûte de la vésicule hémisphérique primitive; 2° l'extension progressive des hémisphères; 3° la formation de masses ganglionnaires centrales par suite de l'épaississement des parois inférieures des vésicules hémisphériques (Voy. fig. 216, 217 et 218).

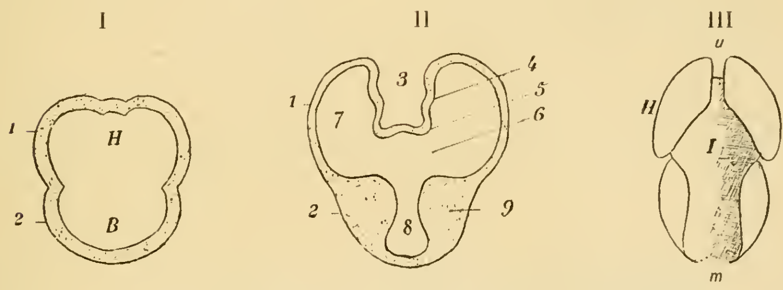


Fig. 216. — Développement du cerveau (embryon de 6 semaines). — Coupe frontale du cerveau antérieur, avant (I) et après (II) la formation de la scissure interhémisphérique et des éminences ganglionnaires. — III, cerveau vu d'en haut et d'en avant.

H, cavité de la vésicule hémisphérique ; B, cavité basale ; 1, étage supérieur (voûte) ; 2, étage inférieur, ou plancher du prosencéphale ; 3, scissure interhémisphérique ; 4, pli d'Ammon ; 5, pli choroïdien ; 6, fente de Monro ; 7, cavité des ventricules latéraux ; 8, cavité du troisième ventricule ; 9, corps strié. — III. m, cerveau moyen ; I, cerveau intermédiaire ; H, vésicules des hémisphères ; u, lame terminale.

En premier lieu, la scissure interhémisphérique reçoit un prolongement cellulo-vasculaire qui émane des méninges, *faux primitive du cerveau* (B, fig. 217), et s'enfonce dans la scissure jusqu'à la *plaque unissante*. Au devant de la lame unissante, les vésicules hémisphériques s'accolent par leur face interne dans un champ triangulaire, de façon à donner lieu à une cloison entre les deux hémisphères, cloison qui deviendra le *septum lucidum*. — La soudure n'a toutefois lieu que sur les bords de ce champ triangulaire, de sorte qu'il reste au centre du septum une cavité étroite, *ventricule de la cloison*, qui n'a rien de commun avec les ventricules du cerveau et qu'on a appelée à tort cinquième ventricule. (Voy. fig. 136 et 137).

En même temps que se développe le *septum lucidum*, et déjà même auparavant les vésicules hémisphériques ont changé de forme. Alors que

leur base s'épaissit, leur voûte s'étend d'avant en arrière en coiffant successivement le cerveau intermédiaire, et plus tard les cerveaux moyen et pos-

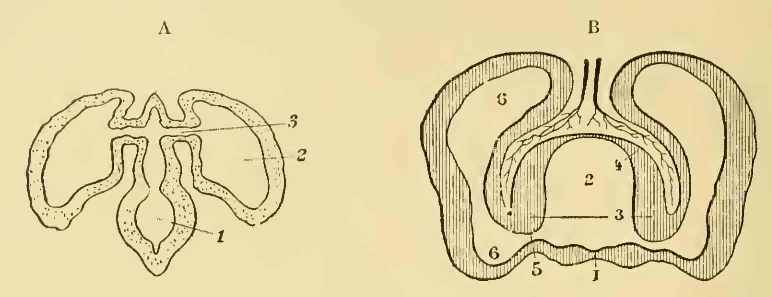


Fig. 217. — Coupe frontale des vésicules hémisphériques et de la vésicule des couches optiques.

A. Embryon de 6 semaines : 1, cavité de la vésicule des couches optiques (ventricule moyen); 2, cavité de la vésicule des hémisphères (ventricule latéral) ; 3, canal de Monro. — B. Embryon de 7 semaines : 1, paroi inférieure de la vésicule des couches optiques ; 2, cavité de cette vésicule ; 3, ses parois latérales (ébauches des couches optiques) ; 4, sa paroi supérieure ou toit ; 5, fente de Monro ; 6, cavité de la vésicule des hémisphères (ventricules latéraux).— Dans la fente interhémisphérique, on voit descendre la faux primitive du cerveau.

térieur. Il en résulte que les vésicules hémisphériques se développent en arc de cercle autour d'une région basale fixe, d'où naissent les masses grises

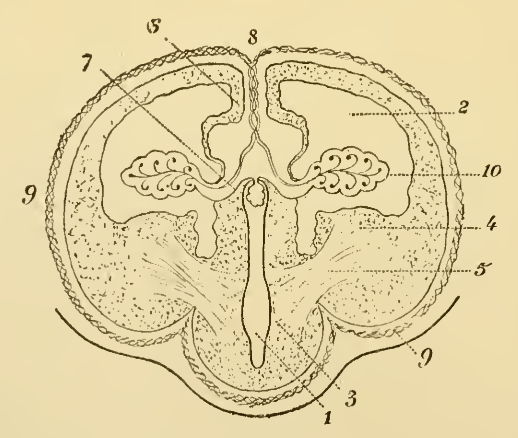


Fig. 218. — Coupe frontale du cerveau d'un embryon de sept à huit semaines.

1, troisième ventricule ; 2, ventricule latéral ; 3, couche optique ; 4, corps strié ; 5, ébauche de la capsule interne ; 6, face interne des vésicules hémisphériques (région dont la soudure entre les parois des 2 vésicules des hémisphères donnera naissance au corps calleux, au septum et à la voûte) ; 7, toit du troisième ventricule; 8, faux primitive détachée de la pie-mère ; 9, 10, plexus choroïdes des ventricules latéraux.

centrales. — A la région inférieure cependant il y a un point de la paroi qui ne participe pas à l'extension des parties environnantes ; il en résulte

que ces dernières le débordent de toutes parts, de façon à le laisser bientôt dans une sorte d'excavation : celle-ci marque le début de la fosse sylvienne au fond de laquelle se développera l'insula de Reil.

A cette époque, la cavité des hémisphères (ventricules latéraux) communique avec celles du cerveau intermédiaire (ventricule moyen) par de larges orifices, les *trous de Monro primitifs*, résultant de l'abaissement progressif de la lame unissante ou partie médiane enfoncée de la voûte des vésicules hémisphériques vers le plancher des mêmes vésicules. — Vers le milieu du deuxième mois, ces trous sont déjà bien rétrécis en raison de l'épaississement des parois inférieures des vésicules donnant naissance à deux masses ovoïdes, empiétant par leur face supérieure sur les ventricules, les *corps striés* (9, fig. 216).

Quand la cavité de la vésicule intermédiaire (cerveau moyen) a pris la forme d'une fente verticale par suite des épaississements considérables qui se sont faits sur le plancher de cette vésicule (couches optiques) et des vésicules hémisphériques (corps striés), les trous de Monro sont réduits à l'état de deux fentes arciformes, *fentes de Monro* (10, fig. 212), limitées par la face supérieure de ces épaississements et par la lame unissante.

Plus tard, le corps strié (paroi inférieure de la vésicule hémisphérique) se soude à la couche optique (paroi inférieure de la vésicule intermédiaire) et ainsi la cavité du ventricule latéral se rétrécit par en bas (3, 4, fig. 218).

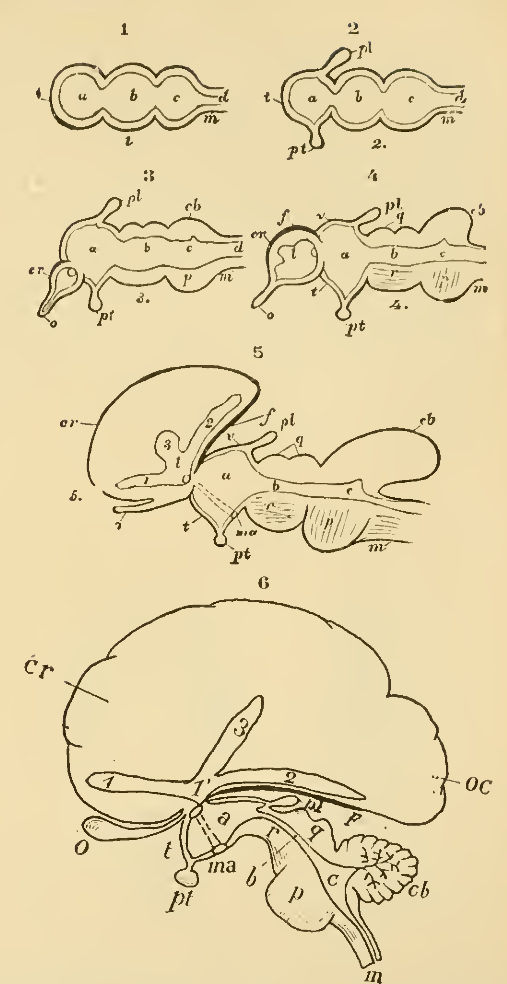


Fig. 219. — Schémas destinés à montrer les changements progressifs qui ont lieu durant les premières phases du développement du cerveau (Mivart).

Fig. 1 et 2, Premier état du cerveau, lorsqu'il consiste en trois vésicules creuses, a, b, c, communiquant avec la cavité centrale d, de la moelle épinière m ; pl, diverticule épiphysaire ; pt, diverticule hypophysaire ; t, lame terminale. — Fig. 3 et 4. Les 3 vésicules cérébrales primaires se sont subdivisées en 5 vésicules (vésicules cérébrales secondaires). — Dans les fig. 4 et 5, les vésicules se sont différenciées, leurs parois se sont épaissies pour former les hémisphères cr, le cervelet cb, les tubercules quadrijumeaux q, la protubérance annulaire p, les pédoncules r et la moelle allongée m. Les cavités primaires a, b, c, se sont relativement rétrécies, et sur la figure 6, les hémisphères qui avaient commencé à recouvrir les autres vésicules cérébrales sur la fig. 5, se sont portées en arrière, jusqu'à recouvrir le cervelet et à amener le trigone f, à regarder en bas, lui qui était primitivement au-dessus (fig. 4 et 5). La cavité des vésicules hémisphériques (1) a pris une forme triradiée (1,2,3). O, lobe olfactif ; v, région de la toile choroïdienne du 3e ventricule ; ma, tubercule mamillaire ; oc, lobe occipital.

En même temps la lame unissante a subi de profondes modifications. La faux primitive du cerveau refoule de chaque côté devant elle la face interne des hémisphères sur laquelle elle creuse une dépression profonde, *scissure choroïdienne*, dans laquelle elle s'engage. La scissure, qui s'étend du trou de Monro à la pointe de la corne sphénoïdale et suit la courbure du ventricule autour des noyaux centraux, deviendra la partie latérale de la fente de Bichat et les dépendances de la faux primitive, les plexus choroïdes (10, fig. 218).

La fente de Bichat par où pénètrent les plexus choroïdes dans les cavités ventriculaires n'est donc pas une fente réelle, mais une ligne suivant laquelle se fait le refoulement de la paroi des ventricules devant la végétation de la pie-mère, chargée de houppes vasculaires. En un mot, ce n'est qu'un pli et de la sorte on s'explique qu'en réalité les plexus choroïdes soient en dehors de la cavité des ventricules latéraux.

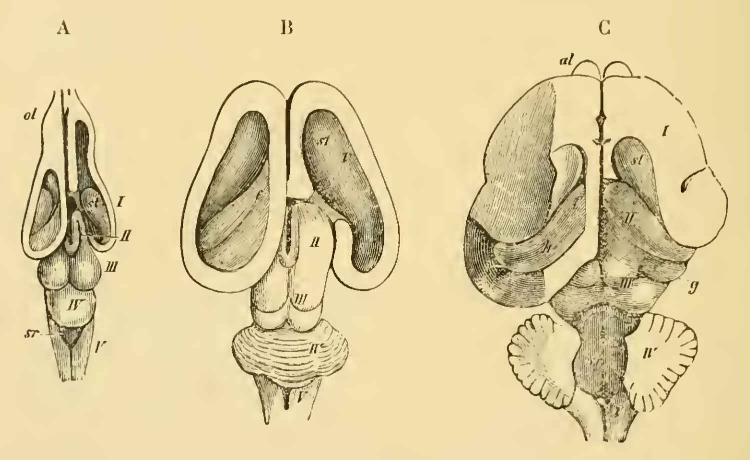


Fig. 220. — Développement du cerveau.

A, cerveau d'une tortue; B, d'un fœtus de bœuf; C, d'un chat. A gauche, le toit des ventricules latéraux a été enlevé ; à droite, il y a de plus ablation de la voûte ; en C, du côté gauche, le passage de la voûte dans la corne d'Ammon a été mis à découvert. I, cerveau ; II, couches optiques , III, tubercules quadrijumeaux (lobes optiques) ; IV, cervelet ; V, moelle allongée ; ol, bulbe olfactif ; st, corps striés; f, voûte ; H, corne d'Ammon ; g, corps genouillés ; sr, quatrième ventricule (d'après Gegenbaur).

D'autres formations modifient encore l'aspect des cavités ventriculaires. D'abord paraît le *pli d'Ammon* au-dessus de la scissure choroïdienne : ce pli formera la *corne d'Ammon*. — La scissure calcarine se dessine ensuite sur le lobe occipital et vient faire saillie dans le ventricule ; c'est l'ébauche de l'*ergot de Morand*. Enfin l'apparition du *système commissural* donne au ventricule sa forme définitive.

Le *pli choroïdien* en bas, le *pli d'Ammon* au-dessus, limitent une circonvolution dite *circonvolution arquée* ou *arc marginal de Schmidt*. Celle-ci ne

tarde pas à être subdivisée en deux étages par un sillon longitudinal, *arc marginal supérieur* et *arc marginal inférieur*. Sur le bord supérieur du *septum lucidum*, on voit naître des fibres transversales qui vont former un système commissural considérable, le *corps calleux*, qui se développe d'avant en arrière entre les deux arcs marginaux. Il résulte de cet accroissement du corps calleux d'avant en arrière, qu'une partie de la faux primitive se trouve incluse dans le cerveau où elle devient la toile choroïdienne. A son tour, l'arc marginal supérieur, resté au-dessus du corps calleux, donne les *tractus de Lancisi* et le *corps godronné* tandis que l'arc marginal inférieur, placé sous le corps calleux, se soude dans une partie de son étendue avec celui du côté opposé. La portion soudée fournira les bandelettes géminées, les portions restées libres les piliers du trigone.

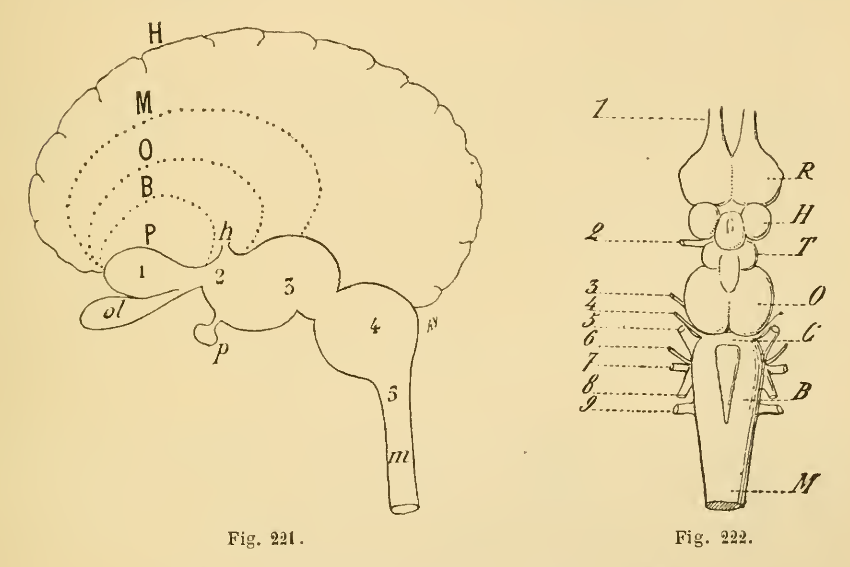


Fig. 221. Fig. 222.

Fig. 221. — Schème du développement progressif du cerveau.

H, Homme ; M, Mammifère ; O, Oiseau ; B, Batracien ; P, Poisson ; 1, vésicule cérébrale antérieure ; 2, vésicule intermédiaire ; 3, vésicule des couches optiques ; 4, vésicule du cervelet ; 5, vésicule du bulbe ; m, moelle épinière ; ol, lobe olfactif.

Fig. 222. — Encéphale de la Lamproie.

R, lobes olfactifs ; H, hémisphères du cerveau ; T, cerveau intermédiaire ; O, lobes optiques ; C, cervelet à peine ébauché ; B, bulbe ; M, moelle épinière. De 1 à 9, les nerfs crâniens.

Si on met en regard de ce que nous venons de décrire les cerveaux des différentes classes des Vertébrés, depuis les Poissons jusqu'aux Mammifères supérieurs, on verra avec facilité que durant son développement ontogénique le cerveau de l'Homme répète pour ainsi dire les diverses formes qui sont fixées actuellement dans les classes moins élevées des Vertébrés. Qu'on regarde la fig. 212 qui représente l'encéphale d'un embryon humain de 8 semaines, et

l'on sera frappé de sa ressemblance avec la fig. 222 qui représente l'encéphale de la Lamproie. Qu'on mette en parallèle les figures 223 et 224, et l'on sera

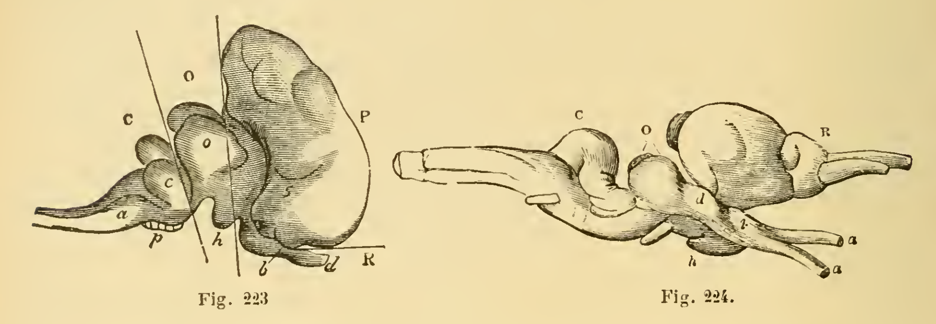


Fig. 223. — Encéphale du fœtus humain de 4 mois, grossi environ 2 fois.

P, hémisphère du cerveau tiré en avant pour mettre à jour les tubercules quadrijumeaux o ; c, cervelet ; a, moelle allongée ; p, pont de Varole ; h, hypophyse ; d, lobes olfactifs ; S, scissure de Sylvius.

Fig. 224. — Vue latérale du cerveau de Tortue (Chelone). A comparer avec la figure 223.

C, cervelet ; O, lobes optiques ; R, lobes olfactifs ; a, a, nerfs optiques.

non moins frappé de la ressemblance qu'affecte l'encéphale de l'Homme au 4e mois de sa vie utérine avec l'encéphale d'une Tortue.

Etudie-t-on l'encéphale dans la série des Vertébrés, on le voit insignifiant chez les Poissons, augmenter de volume chez les Reptiles, plus chez les Oiseaux, plus encore chez les Mammifères, et parmi ceux-ci, davantage chez les Primates. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les figures 225, 226, 227, 228, pour voir grandir successivement devant soi le crâne des Mammifères. Or, la *transformation du crâne animal en crâne humain* est le résultat de l'action mécanique lente et continue d'une seule cause : l'accroissement incessant du cerveau (1).

A l'origine, la cavité crânienne est réduite à peu de chose ; elle est comme perdue en arrière de ce massif osseux qu'on appelle la tête, et la face qui se continue alors en ligne droite avec le crâne, prime tout. C'est le dispositif des Poissons, des Reptiles, des Mammifères de l'époque éocène ; c'est encore à peu près celui du Tatou, du Cochon, du Bœuf, etc. Petit à petit, la cavité grandit, le cerveau écarte, refoule les parties de la boîte osseuse qui le renferme, — à la voûte surtout, où sont les moindres résistances ; le crâne se développe transversalement et longitudinalement en arc de cercle, de telle façon qu'il se coude sur la face au point d'arriver à la surmonter et à la surplomber dans l'espèce humaine, et corrélativement la face diminue d'étendue et n'apparaît plus que comme une sorte d'accessoire de la tête osseuse : le trou occipital qui

(1) Le développement du crâne a toujours été parallèle au développement du cerveau, et réciproquement. Un certain nombre de troubles dans le développement du cerveau proviennent de troubles analogues dans le développement du crâne. C'est ainsi que l'ossification prématurée des sutures aboutit à l'arrêt de développement du cerveau, à la microcéphalie et à l'idiotie. Inversement l'hydrocéphalie congénitale conduit à l'arrêt de la suturation des os du crâne.

regardait en arrière, regarde en bas ; le front qui était aplati est devenu bombé et saillant; les orbites qui étaient très rapprochées et qui regardaient de côté se sont

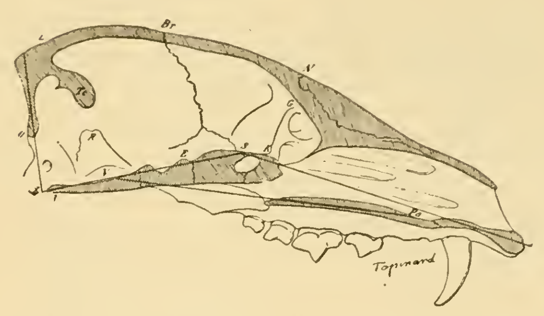


Fig. 225. — Coupe sagittale du crâne du Renard (Topinard).

b, basion ; o, opisthion ; i, inion; l, lambda ; Br, bregma ; N, nasion ; A, alvéon ; GK, entrée des fosses ethmoïdales; S, sphénion; E, éphippium; R, rocher; Pa, palatin; Tc, tente du cervelet; Sb, ligne cranio-faciale; AS, axe facial ou sphéno-alvéolaire; ASb, angle cranio-facial ; ios, angle sous-occipital.

espacées et regardent en avant; la face qui élait en avant et très oblique, est maintenant presque verticale et en dessous, et de plus elle s'est raccourcie; la cloison cranio-faciale

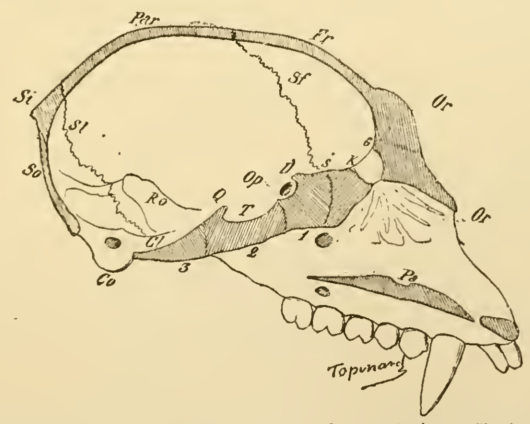


Fig. 225. — Coupe sagittale du crâne du Semnopithèque (Topinard).

Fr, frontal; Par, pariétal; Si et So, portion sus et sous-iniaque de l'occipital ; Co, condyle de l'occipital; Cl, clivus; Q, lame quadrilatère de la selle turcique T; Op, trou optique; D, apophyse clinoïde antérieure ; S, sphénion ; KG, entrée de la fosse ethmoïdale ; Sf, suture coronale ; Sl, suture lambdoïde; Or, Or, bords supérieur et inférieur de l'orbite ; 1, présphénoïde ; 2, postsphénoïde ; 3, basi-occipital.

qui était presque droite s'est fortement coudée à la jonction des deux sphénoïdes de manière à former un angle ouvert en bas, l'angle sphénoïdal ; les faces latérales du crâne

enfin, qui étaient plates, inclinées en haut l'une sur l'autre de façon à donner à la voûte du crâne un aspect caréniforme se sont arrondies et élargies, de telle sorte que le crâne a

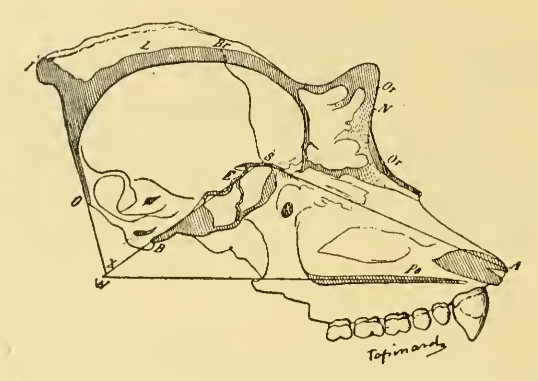


Fig. 226. — Coupe sagittale du crâne d'un gorille ♂ adulte (Topinard).

A, alvéon ; N, naslon ; Br, bregma ; I, inion ; O, opisthion ; B, basion ; E, éphippium ; S, sphénion, ASB, angle cranio-facial ; SWPa, angle cranio-palatin (ici virtuel) ; IXS, angle sous-occipital (ici également virtuel).

pris la forme d'une boîte ovoïde. Commencées chez la Sarigue, le Dasyure, etc., parmi les Marsupiaux, la Taupe, etc., parmi les Insectivores, ces modifications se sont accrues

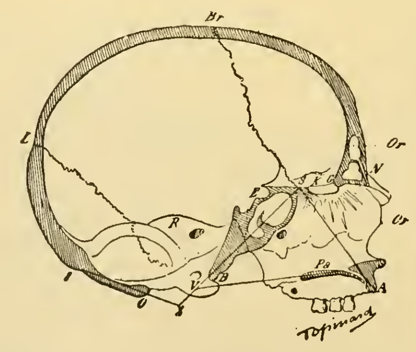


Fig. 228. — Coupe sagittale du crâne de l'homme (Topinard).

A, alvéon ; N, nasion ; Or, sinus frontal ; Br, bregma ; l, lambda ; I, inion ; o, opisthion ; B, basion ; E, éphippium ; S, sphénion ; ASB, angle sphénoïdal ; SVPa, angle palatin (ici positif).

chez le Rat, le Cabiai, etc., parmi les Rongeurs, davantage encore chez le Chien parmi les Carnassiers, le Mouton parmi les Ruminants, beaucoup plus chez les Singes, et se sont achevées avec l'espèce humaine.

Si la première caractéristique de l'homme est l'attitude verticale, ce caractère relève du volume de son cerveau, car dans le crâne, les adaptations à l'attitude verticale marchent de pair avec le perfectionnement cérébral. Comme le dit P. Topinard (*L'Anthropologie*, t. II, p. 649, 1891), c'est de l'évolution corrélative. Il n'y a pas jusqu'à la spécialisation des membres et à la disparition du museau qui ne soient corrélatives du grandissement du cerveau à travers les âges. L'animal en train de devenir homme, devenant plus intelligent à mesure que son cerveau devenait plus grand, voyait son crâne augmenter de volume et basculer de façon à venir se placer presque en équilibre sur le haut de la colonne vertébrale; corrélativement il prenait l'attitude debout et au lieu de continuer à se servir de ses quatre membres pour la marche et de ses mâchoires pour saisir, il prenait l'habitude de localiser à ses membres thoraciques la faculté de préhension, et à ses membres pelviens la fonction exclusive de la sustentation ; conséquence : la main s'est faite et le museau a disparu. La première transformation se réalise par application de la loi de la division du travail et de la spécialisation morphologique ; la seconde se fait en raison de cette autre loi : tout organe qui ne fonctionne pas décroît et s'atrophie.

3. — **Développement des faisceaux et de la substance grise.** — L'organisation définitive des fibres conductrices, fibres nerveuses, est marquée par le développement de la gaine de myéline qui entoure le cylindre-axe jusqu'alors nu des fibres nerveuses. Grises jusqu'à ce moment, ces fibres deviennent blanches. Cet engainement débute par les fibres sensitives. A la naissance, le faisceau pyramidal est complètement blanc, de l'écorce cérébrale jusqu'au bulbe, ce qui permet de le suivre avec facilité à côté des faisceaux voisins qui sont encore gris pâle; mais dans le bulbe et la moelle, il est nu encore, tandis que le ruban de Reil a achevé son organisation. A cette époque, le système d'association n'est pas engainé non plus. Dans les premières semaines après la naissance, le faisceau pyramidal achève sa constitution (Flechsig); à la fin du premier mois, on voit blanchir le centre ovale du lobe occipital (racines optiques), et seulement du cinquième au neuvième mois le lobe frontal, qui est la partie la plus élevée, la plus humaine (Parrot).

L'engainement suit une marche descendante dans les fibres cérébrales, tandis que dans les fibres spinales, elle se fait simultanément dans toute l'étendue du faisceau. Gudden, par destruction de la région occipito-pariétale des animaux nouveau-nés, a obtenu l'atrophie du ruban de Reil jusques et y compris le noyau de Burdach; et Marchi et Allegri rapportent avoir suivi des dégénérations analogues jusque dans les cordons postérieurs de la moelle.

Selon S. Fuchs, les cellules de Deiters sont visibles au cinquième mois avec leurs caractères typiques, et du septième au huitième mois on peut déjà distinguer les couches de Meynert avec leurs cellules pyramidales (Vignal), bien que celles-ci n'aient pas encore acquis leurs formes adultes. Elles sont alors, pour la plupart, comparables aux cellules cérébellaires de Purkinje, et elles n'acquièrent leur forme pyramidale typique qu'après la naissance (G. Magini). Enfin, d'après W. Betz (1881) on n'observerait que deux couches seulement, la première et la quatrième dans l'écorce du cerveau du fœtus de sept mois, et seule la corne d'Ammon posséderait de vraies cellules pyramidales. Chez le nouveau-né on constaterait la même disposition, mais de plus les cellules géantes sont groupées en îlots dans le lobule paracentral. — A six mois, un grand nombre de circon-

volutions renferment une troisième couche de cellules pyramidales; — ces cellules ont des prolongements manifestes. — Entre onze et quatorze ans, les cellules géantes n'ont encore qu'un nombre relativement restreint de prolongements. Les cellules de la névroglie, enfin, n'apparaissent qu'après le sixième mois (Vignal).

Quant aux fibres blanches, voici dans quel ordre elles apparaîtraient. Les fibres des voies réflexes de la moelle et du bulbe s'entourent les premières de myéline; les fibres du cervelet viennent ensuite; en troisième lieu nous trouvons les fibres qui font communiquer l'écorce des hémisphères avec la substance grise de la moelle et du bulbe; — les fibres disséminées dans les hémisphères cérébraux paraissent en dernier. Dans les régions rolandiques, les cellules pyramidales géantes, cellules comparables aux grandes cellules motrices des cornes de la moelle, prédominent (régions motrices), tandis que dans les régions postérieures du cerveau les cellules sont plus petites (cellules sensitives) et les grosses cellules rares, solitaires. — Or, les cellules pyramidales géantes n'existent qu'en très petit nombre chez les très jeunes enfants (Betz). — Et de même que ces régions corticales motrices ne sont pas développées à la naissance, de même aussi les faisceaux pyramidaux ou moteurs de la moelle, qui sont en relation avec les régions motrices du cerveau, ne sont pas développés non plus (Flechsig, Pierret), c'est-à-dire que leurs tubes nerveux ne sont pas encore engainés par la myéline.

D'après Fuchs, à la naissance aucune fibre à myéline n'existerait encore dans le cerveau, ce qui paraît trop absolu, puisque Vignal aurait observé ces fibres à partir du troisième mois (*Arch. de physiol.*, 1888). — A en croire Edinger, la myéline apparaîtrait au neuvième mois de la vie fœtale dans l'écorce grise de quelques circonvolutions, mais dans les circonvolutions rolandiques elle ne ferait son apparition qu'après la naissance (1). Parrot (*Sur le dév. du cerveau chez les enfants du premier âge* (*Arch. de physiol.*, 1879), a montré de son côté que le cerveau de l'enfant n'acquiert que peu à peu sa structure définitive et que quatre fois sur cinq le cerveau droit est en avance sur le cerveau gauche.

Ajoutons que Below a démontré que chez les Mammifères dont les petits naissent faibles et entièrement dépendants de la mère (Homme, Chien, Chat, etc.) les cellules ganglionnaires se développent tardivement et présentent encore au moment de la naissance des caractères embryonnaires; — au contraire, les nouveau-nés qui, à la naissance, ont déjà un certain degré d'indépendance et n'ont pas absolument besoin de la protection maternelle (Cheval, Porc, etc.) ont, dès avant la naissance, des cellules ganglionnaires entièrement développées tant dans la moelle allongée que dans l'encéphale. — Les cellules de Purkinje du cervelet et peut-être aussi celles de Denissenko apparaissent vers le sixième mois (Vignal).

L'enfant est un « être médullaire », il réagit comme un « animal décapité », de telle sorte que la *spasmophilie* de l'enfance résulte tout bonnement de ce fait que le cerveau de l'enfant n'est pas encore capable d'exercer son action modératrice sur les mouvements (réaction médullaire).

Hutinel (*Thèse de Paris*, 1877), en constatant que les parties motrices du cerveau ne donnent guère lieu à des paralysies chez le nouveau-né et l'enfant en bas-âge, a confirmé les preuves expérimentales fournies par Rouget (1875), puis par Soltmann (1876), Tarchanoff (1878) et Bechterew, à savoir, qu'à la naissance les centres psycho-moteurs ne seraient pas

(1) Chez les animaux nouveau-nés, chez lesquels les fonctions motrices et sensorielles sont encore imparfaites (chien, lapin), Soltmann et Bechterew, en excitant les circonvolutions rolandiques, n'ont pu obtenir de contractions des membres. Au contraire, chez ceux qui viennent au monde (bœuf, cheval) avec des fonctions sensorielles et motrices déjà bien ébauchées, ils ont vu que les centres moteurs corticaux sont déjà excitables.

encore suffisamment achevés pour être excitables, — ce qui a cependant été contredit, je dois le dire, par MARCACCI, DUPUY, LABORDE, DASTRE, J. PANETH, en ce qui concerne des chiens et chats nouveau-nés, — mais ce qui concorde avec les observations anatomiques de MEYNERT, EDINGER, FLECHSIG.

On peut en effet remarquer, à l'exemple de ces derniers auteurs, que les faisceaux cérébraux moteurs ne sont qu'ébauchés chez le nouveau-né, et que plus tardivement encore s'achèvent les fibres d'association de l'écorce, constatation intéressante à faire et à mettre en regard de la vie purement végétative et reflexe du nouveau-né. De fait, PARROT a montré que les faisceaux sous-rolandiques apparaissent nettement dans la première quinzaine après la naissance chez l'enfant, les faisceaux post-rolandiques ne se développent que plus tard (au bout d'un mois), et les faisceaux prérolandiques plus tardivement encore. De son côté, FLECHSIG a montré que les seuls faisceaux de la moelle épinière non encore développés à la naissance sont les faisceaux pyramidaux ou cérébraux moteurs. Il résulte de ces observations que le système cortico-moteur n'est qu'ébauché à la naissance. Chez le nouveau-né la vie réflexe ou spinale n'est pas complète encore, mais combien est plus en retard la vie cérébrale ou motrice volontaire !

L'absence des cellules pyramidales dans l'écorce cérébrale du nouveau-né (ARNDT, MATHIAS DUVAL) parle dans le même sens (Voy. LEMOINE, *Les localisations cérébrales* (Thèse de Paris, 1880), et placée à côté de la diffluence du cerveau du jeune enfant (richesse en eau) que l'on peut nettement observer à la suite de BIBRA, SCHLOSSBERGER, WEISBACH, TARCHANOFF, PARROT, etc., elle explique l'absence de la vie psychique chez l'enfant en bas-âge (Voy. PREYER, *L'Ame de l'enfant*. Paris, 1887, et BERNARD PÉREZ, *La psychologie de l'enfant*, deuxième édition, 1884). Et l'exception confirme la règle. Examinez l'écorce cérébrale du Cobaye qui vient au monde, vous y trouverez les cellules pyramidales caractéristiques (TARCHANOFF); aussi cet animal présente-t-il, dès les premiers jours de sa vie, tous les mouvements de l'adulte. BECHTEREW encore a constaté qu'il était impossible d'obtenir l'épilepsie corticale chez le chien nouveau-né, ce qui plaide également en faveur d'un développement incomplet des centres moteurs corticaux chez les nouveau-nés. S'il était vrai enfin, comme l'a soutenu TARCHANOFF, que les centres moteurs des membres se développassent en premier lieu dans l'hémisphère gauche (obs. faite sur le Cobaye), on pourrait s'expliquer pourquoi l'immense majorité des hommes sont droitiers (1).

4. — **Développement ontogénique des circonvolutions.** — Les hémisphères du cerveau dérivent, nous venons de le voir, de la vésicule cérébrale antérieure, *cerveau antérieur, prosencéphale*, sous la forme de deux ampoules, auxquelles on a donné le nom de *vésicules des hémisphères*. — Les parois de ces vésicules, en s'épaississant, deviendront le *corps de l'hémisphère*, leur cavité, profondément modifiée, deviendra le ventricule latéral du cerveau.

Par suite du développement, il s'accomplit, dans chacune des vésicules

(1) Sur la structure des centres nerveux, voy. KAHLER (de Prague) *in* TOLDT, *Histologie*, 3e éd. Stuttgart, 1888.

hémisphériques, plusieurs changements que nous pouvons grouper de la façon suivante : 1° un accroissement considérable en tous sens, mais surtout de la paroi supérieure ; — 2° des plissements de la paroi qui donnent lieu à des scissures déterminant, par leur enfoncement dans la profondeur des saillies dans la cavité des vésicules où elles proémineront plus tard, comme on le voit, en regardant les ventricules latéraux ; — 3° la formation d'un système de commissures inter-hémisphériques, *corps calleux et trigone cérébral*, qui établit une union intime entre les deux hémisphères ; — 4° un accolement, dans un champ triangulaire, de la paroi interne des deux vésicules des hémisphères, accolement qui se fait en avant de la plaque unissante et des trous de Monro, et donne lieu à une cloison entre les deux hémisphères qui deviendra la *cloison transparente ou septum lucidum* ; — 5° la formation de sillons corticaux, qui n'intéressent que l'écorce de l'hémisphère, et ne déterminent pas ceux-là, de saillies sur les parois des ventricules latéraux.

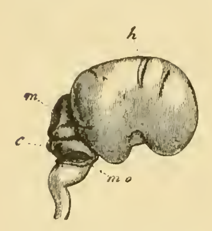
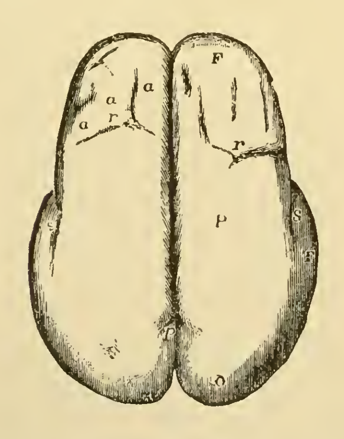


Fig. 229. — Vue latérale de l'encéphale d'un fœtus humain de 3 mois (d'après Kœlliker).

h, hémisphère du cerveau ; m, tubercules quadrijumeaux (cerveau moyen) ; c. cervelet ; mo, moelle allongée.

a. — L'étude du développement général des hémisphères ne doit pas nous arrêter longtemps. Nous dirons seulement que leur accroissement se fait plus particulièrement par leur voûte qui s'étend progressivement d'avant en arrière en coiffant successivement le cerveau intermédiaire ou les couches optiques,



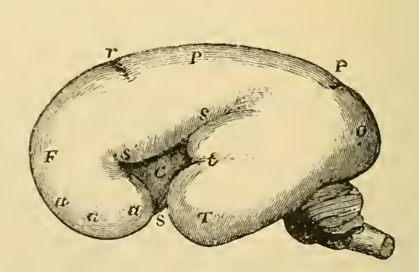


Fig 230. — Face supérieure et face externe du cerveau d'un fœtus de six mois (R. Wagner).

F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O. lobe occipital ; T, lobe temporal ; a, circonvolutions frontales à peine indiquées ; s,s, scissure de Sylvius ; s' sa branche antérieure ; C, insula de Reil ; r, scissure de Rolando ; P, scissure perpendiculaire externe.

et plus tard le cerveau moyen ou les tubercules quadrijumeaux, puis enfin, le cervelet. Il en résulte que les vésicules hémisphériques, autrement

dit les hémisphères du cerveau, se développent en arc de cercle autour d'une région basale sensiblement fixe, où naissent les masses grises centrales que l'on a appelées les *corps striés,* que nous voyons se fusionner plus tard avec la paroi épaissie de la vésicule cérébrale intermédiaire sous la forme d'un gros ganglion connu sous le nom de *couche optique*, pour constituer les *corps opto-striés*, dont une grande partie fait saillie sur le plancher de la cavité des ventricules latéraux.

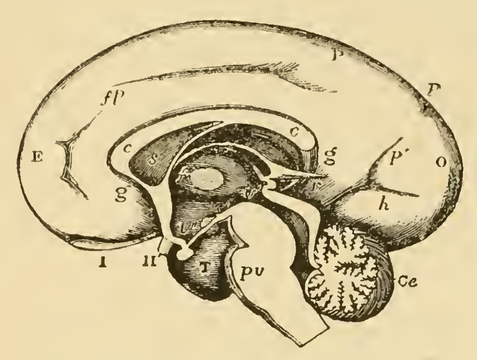


Fig. 231. — Vue de la face interne de la moitié droite du cerveau d'un fœtus de 6 mois (Reichert).

F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; O, lobe occipital ; r, lobe temporal ; I, lobe olfactif ; H, nerf optique ; fp, scissure calloso marginale ; P, P', scissure perpendiculaire ; h, scissure calcarine ; gg, circonvolution du corps calleux ; cc, corps calleux ; s, septum lucidum ; f, la lettre est placée entre le trou de Monro à gauche et la commissure moyenne à droite ; v, v', v'', troisième ventricule ; r, glande pinéale ; pv, pont de Varole ; cc, cervelet.

Pendant ce mouvement d'accroissement et d'enveloppement de tout le reste de l'encéphale par les vésicules des hémisphères, il y a un point de la surface de ces vésicules qui ne participe pas à l'extension des parties environnantes ; il s'ensuit que ces dernières le débordent de toutes parts de façon à le laisser bientôt dans une sorte d'excavation qu'elles tendent à recouvrir ; cette excavation marque le début d'une anfractuosité importante de l'écorce, la *fosse de Sylvius*, au fond de laquelle nous avons rencontré un petit lobe cérébral, le lobe de l'insula de Reil.

Sans insister davantage sur l'accroissement des hémisphères cérébraux, nous devons cependant encore faire remarquer que cet accroissement n'est pas le même chez tous les Vertébrés, et qu'il n'est chez aucun Mammifère aussi considérable que chez l'Homme. L'anatomie comparée nous apprend, en effet, que chez nombre de Mammifères, les hémisphères ne recouvrent pas l'encéphale au-delà des tubercules quadrijumeaux ; que chez un certain nombre ils s'avancent davantage en arrière, mais qu'il faut arriver aux grands Singes pour voir les hémisphères se prolonger jusqu'à recouvrir le cervelet. Or, ce que nous montre l'anatomie comparée, l'embryogénie de l'Homme le répète, puisqu'elle nous apprend que les différents stades successifs du développement de son cerveau correspondent à des dispositions perma-

nentes que l'on observe chez d'autres Mammifères (voy. fig. 221). L'encéphale d'un embryon humain de six semaines, réduit à ses séries de vésicules, avec ses hémisphères rudimentaires et sans circonvolutions, avec l'imperfection des commissures et la simplicité du plan général, rappelle le cerveau des Poissons. Plus tard, vers la 12ᵉ semaine, les hémisphères ont beaucoup augmenté de volume; ils recouvrent maintenant les couches optiques, et le cerveau toujours sans circonvolutions et fort imparfait dans ses commissures, se rapproche de celui des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères inférieurs (Marsupiaux). Pendant le 4ᵉ mois, les hémisphères recouvrent les tubercules quadrijumeaux, et peu à peu ils arrivent à recouvrir le cervelet lui-même. L'évolution est achevée. D'une façon générale, on peut donc dire que le développement des hémisphères est proportionnel au degré d'intelligence de l'animal, conclusion que confirme pleinement d'ailleurs, l'examen des cerveaux d'imbéciles, d'idiots ou de microcéphales humains.

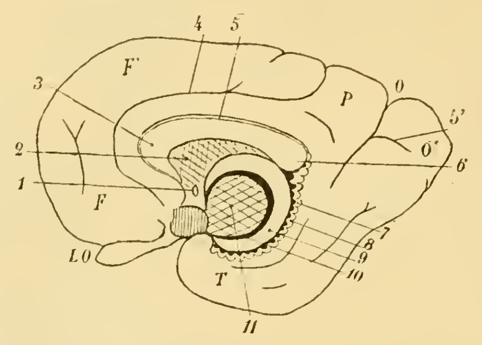


Fig. 232. — Face interne de l'hémisphère droit du cerveau d'un fœtus de 6 mois.

F, F', circonvolution frontale interne; P, face interne du lobule pariétal supérieur; O', lobe occipital; T, lobe temporal; LO, lobe olfactif; 1, commissure blanche antérieure; 2, septum lucidum; 3, genou du corps calleux; 4, scissure sous-frontale; 5, tæniæ tœctæ; 5', scissure en y; 6, bourrelet du corps calleux; 7, corps godronné; 8, sillon de l'hippocampe; 9, corps bordant; 10, scissure choroïdienne (fente de Bichat); 11, hile de l'hémisphère.

b. — Les *plissements de la paroi des vésicules hémisphériques* appellent maintenant toute notre attention. Ce processus commence, dans l'espèce humaine, dans le courant du deuxième mois de la vie intra-utérine. Il en résulte la formation de sillons profonds que W. His a désignés, en raison même de leur pénétration jusque dans la cavité des hémisphères, sous le nom de *sillons totaux*. Ces sillons divisent donc toute l'épaisseur de la paroi des hémisphères; ils la séparent de la sorte, en un certain nombre de régions qu'il est nécessaire d'étudier pour comprendre l'architecture du cerveau.

Ces sillons ou scissures totales sont : 1° la fosse ou scissure de Sylvius; 2° la scissure arciforme ou scissure d'Ammon; 3° la scissure choroïdienne; 4° la scissure calcarine ou du petit hippocampe; 5° la scissure pariéto-

occipitale. Les saillies qui correspondent à ces scissures pariétales sont de leur côté : 1° le corps strié; 2° le trigone et la corne d'Ammon ou pied du grand hippocampe; 3° le plexus choroïde; 4° l'ergot de Morand ou petit hippocampe.

C'est la *fosse de Sylvius* qui paraît en premier lieu. Elle se montre d'abord sous la forme d'une dépression de la face convexe de l'hémisphère, qui va en s'accentuant, et qui occupe à peu près le milieu de la longueur du bord inférieur. La partie de la paroi qu'elle refoule devant elle s'épaissit beaucoup, et constitue à la base de chacun des hémisphères un gros ganglion, qui proémine dans l'intérieur du ventricule latéral. Ce ganglion, constitué par la *portion basale* épaissie de l'hémisphère, forme le corps strié. Elle se voit à la face externe de l'hémisphère tout aussi longtemps que la fosse de Sylvius est visible à l'extérieur. Mais, lorsque les parties ambiantes ont surplombé, par suite de leur grand développement, les bords de la fosse et que ces derniers se sont rapprochés, celle-ci se trouve cachée et avec elle la surface extérieure du ganglion strié. Sur cette surface se développent, un peu plus tard, plusieurs sillons corticaux, et dès lors elle constitue le *lobe de l'insula de Reil*.

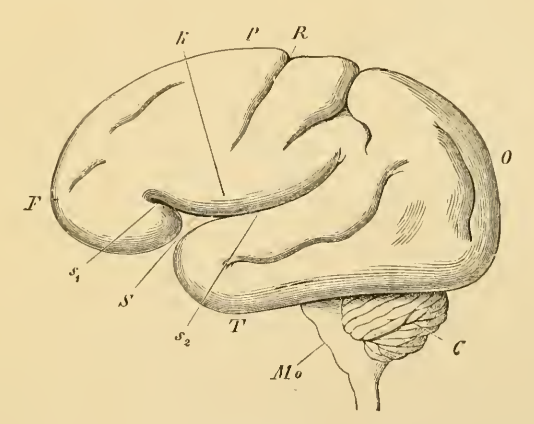


Fig. 233. — Cerveau d'un fœtus humain de 7 mois (face externe).

Mo, moelle allongée; C, cervelet; S, scissure de Sylvius; S^1, sa branche antérieure; S^2, sa branche postérieure; K, région de l'opercule; R, scissure de Rolando; F, lobe frontal; P, lobe pariétal; O, lobe occipital; T, lobe temporal.

Ainsi se modifie la *portion basale* de l'hémisphère. Voyons maintenant les transformations de la *portion palliale*.

La *portion palliale*, *pallium*, *manteau* ou *écorce* de l'hémisphère, s'accroît pour ainsi dire autour de l'insula, rappelons-le, comme autour d'un point fixe : elle se recourbe ainsi sous la forme d'un demi-anneau, d'une sorte de *lobe annulaire*, ouvert à la base de l'hémisphère. On y distingue déjà l'ébauche des lobes principaux, que l'on voit plus tard à la face convexe du cerveau. L'extrémité de ce lobe annulaire dirigée en avant et située

au-dessus de la fosse de Sylvius, deviendra le *lobe frontal;* l'extrémité opposée, qui entoure la fosse en bas et en arrière, sera le *lobe temporal;* l'arc qui réunit ces portions au-dessus de la fosse donnera le *lobe pariétal*, et, aux dépens de la saillie que fait à l'extrémité postérieure de l'hémisphère le lobe annulaire, prendra naissance le *lobe occipital.* Consécutivement, ou plutôt parallèlement à ces modifications du manteau, la cavité de l'hémisphère a subi un changement de forme adéquate à celle que subissait l'écorce : elle est devenue semi-lunaire et embrasse dans sa concavité le noyau basal, c'est-à-dire le corps strié. Ainsi s'explique que le ventricule latéral forme chez l'adulte un véritable canal semi-annulaire qui embrasse le pédoncule cérébral correspondant et le noyau opto-strié qui lui fait suite. Lorsque, plus tard, les différents lobes se sont mieux séparés les uns des autres, la cavité ventriculaire pénètre dans chacun des lobes frontal, temporal et occipital sous la forme d'un prolongement infundibuliforme qui constitue les cornes frontale, temporale et occipitale du ventricule latéral.

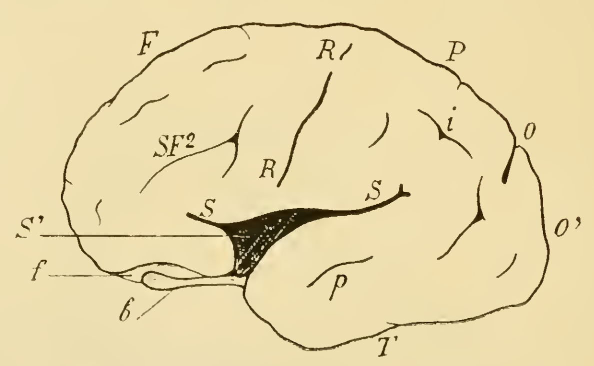


Fig. 244. — Face externe du cerveau d'un fœtus de 7 mois.

S, S, scissure de Sylvius; S, fosse de Sylvius au fond de laquelle on voit l'insula; R, R, scissure de Rolando avec ses deux centres de formation; O, scissure occipitale; SF², deuxième sillon frontal; i, ébauche du sillon interpariétal; p, ébauche du premier sillon temporal; F, lobe frontal; P, lobe pariétal; O', lobe occipital; T, lobe temporal; b, bulbe olfactif; f, fosse orbitaire du cerveau.

A une période plus reculée, dans le courant de la cinquième semaine, il se forme, nous l'avons déjà dit, à la face interne ou plane des vésicules hémisphériques deux scissures qui courent à peu près parallèlement au bord supérieur, et ont comme le lobe annulaire primitif une forme semi-lunaire. L'une est la *scissure d'Ammon* ou *scissure arciforme*, l'autre, située plus bas, est la *scissure choroïdienne.* Elles commencent toutes deux au trou de Monro et s'étendent de là jusqu'à l'extrémité du lobe temporal, après avoir décrit un grand arc qui embrasse dans sa concavité le hile de l'hémisphère. Entre elles, se trouve compris, à la face interne de l'hémisphère, un bourrelet, l'*arc marginal de Schmidt*, *circonvolution arquée.* A chacune de ces scissures correspond une invagination de la paroi interne de la vésicule

de l'hémisphère : la scissure d'Ammon détermine la formation du *pli d'Ammon, circonvolution du grand hippocampe* ; la scissure choroïdienne détermine la formation du *pli choroïdien* dans lequel s'engage la pie-mère qui constitue la faux primitive du cerveau. Au niveau de ce pli, la paroi de la vésicule, loin de s'épaissir comme le restant, s'amincit au point de se réduire à une simple membrane épithéliale qui recouvre les plexus choroïdes : c'est l'épithélium choroïdien. Quand, chez l'adulte, on arrache le plexus choroïde, on détruit en même temps cette paroi amincie de l'hémisphère qui a été refoulée vers la cavité ventriculaire par la végétation de la faux primitive, et l'on produit à la face interne de l'hémisphère une fente arquée béante, qui conduit dans le ventricule latéral et s'étend du trou de Monro à la pointe du lobe temporal. Cette fente, c'est la *grande fente cérébrale de Bichat*. On s'explique de la sorte que les plexus choroïdes sont en réalité en dehors de la cavité des ventricules latéraux.

Quant au *pli d'Ammon,* il devient plus volumineux. Un sillon, moins profond que le sillon d'Ammon, mais parallèle à ce dernier, divise l'arc marginal en deux étages, l'un inférieur, *arc marginal inférieur* qui, en se soudant par sa partie moyenne avec son homologue du côté opposé, donnera naissance à la bandelette géminée (fornix, voûte cérébrale); l'autre supérieur, *arc marginal supérieur*, qui restera au-dessus du corps calleux et constituera les tractus de Lancisi, la fasciola cinerea et le corps godronné, nouvelle preuve que le corps godronné est une circonvolution sous-calleuse en voie d'atrophie.

Lorsque les parois internes des hémisphères se sont soudées le long de l'arc marginal, c'est-à-dire entre la scissure d'Ammon et la scissure choroïdienne pour donner naissance au corps calleux, on comprend que la scissure choroïdienne soit devenue une scissure sous-calleuse, intra-cérébrale en quelque sorte dans sa partie moyenne, et que la scissure d'Ammon soit représentée dans sa partie antérieure par le sillon ou sinus du corps calleux, et dans sa partie postérieure par le sillon du grand hippocampe. Si la partie postérieure de cette scissure est maintenant reportée à la face inférieure du cerveau, c'est parce que l'hémisphère s'est déroulé pour ainsi dire d'avant en arrière en décrivant en même temps un arc de cercle autour du hile. Ce processus reportait de ce fait la partie postérieure de l'hémisphère en bas et en avant et en formait dès lors ce que l'on connaît sous le nom de lobe temporal dans lequel s'engage la corne temporale du ventricule latéral et où la scissure d'Ammon forme la *corne d'Ammon* (Voy. fig. 237 à 239).

Le lobe occipital, avec sa cavité, se développant, nous l'avons dit, comme un prolongement, une sorte d'évagination du lobe annulaire primitif, il s'ensuit que la *scissure calcarine* (h, fig. 231) qui se forme sur sa paroi interne, ne se montre qu'après la scissure arciforme. Elle paraît vers la fin du 3[e] mois, comme une branche de la scissure d'Ammon qui se porte horizontalement vers la pointe postérieure de l'hémisphère. A l'intérieur de a cavité du ventricule latéral, dans le prolongement occipital de ce ventricule, elle détermine la formation de *l'ergot de Morand*.

Au début du 4[e] mois, on voit naître enfin la *scissure occipitale* (O, fig. 232), qui permet dès lors de reconnaître facilement les deux lobes pariétal et occi-

pital à la face interne de l'hémisphère. Elle part de l'extrémité antérieure de la scissure calcarine et monte de là à peu près verticalement, vers le bord sagittal de l'hémisphère.

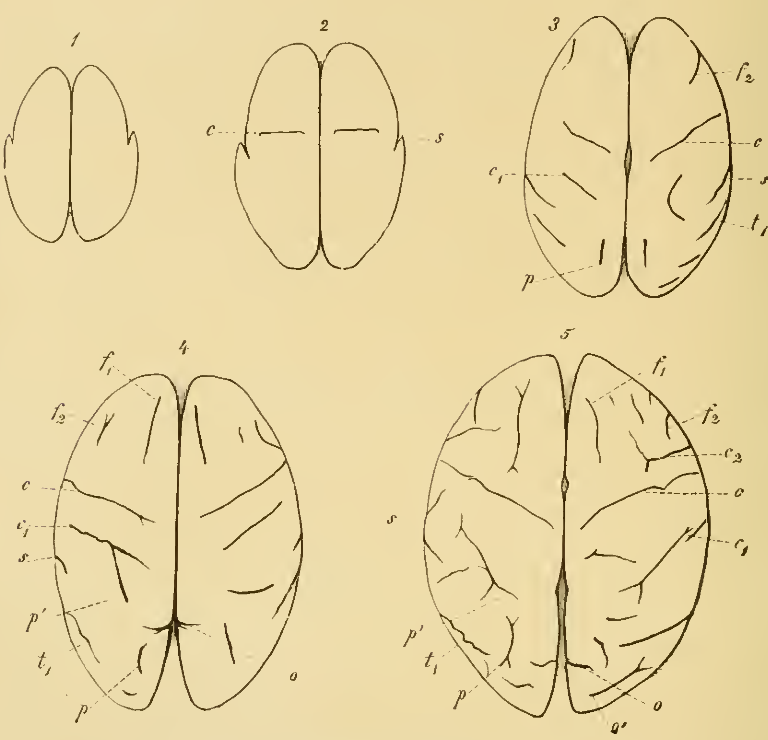


Fig. 236. — Cerveaux de fœtus humains vus par leur face supérieure (d'après Ecker). ½ Grandeur naturelle.

1, cerveau d'un fœtus de 4 mois ; 2, cerveau d'un fœtus de 5 mois ; 3, cerveau d'un fœtus de 6 mois ; 4, cerveau d'un fœtus de 7 mois ; 5, cerveau d'un fœtus de 8 mois. S, scissure de Sylvius ; C, scissure de Rolando ; C^1, sillon postrolandique ; C^2, sillon prérolandique ; f^1, sillon frontal supérieur ; f^2, sillon frontal inférieur ; h, sillon interpariétal ; t^1, sillon temporal supérieur (sillon parallèle) ; O, scissure occipitale.

c. — Quand ces phénomènes se sont accomplis, la *formation des sillons corticaux* achève de donner aux hémisphères leur aspect particulier. Ce qui distingue ces sillons, des sillons totaux, dont nous venons d'esquisser l'histoire, c'est qu'ils n'intéressent que l'écorce cérébrale, et qu'ils ne déterminent aucune saillie à l'intérieur des ventricules. Ils ne naissent, en conséquence, que lorsque l'écorce a déjà acquis une certaine épaisseur et que le système des fibres blanches, qui constituent le corps de l'hémisphère, a commencé son développement. Ils doivent leur origine à ce que le manteau du cerveau s'accroît en surface plus vite que la substance

blanche sous-jacente, et aussi au nombre incommensurable de fibres nerveuses qui doivent aboutir aux éléments cellulaires de ce manteau où toutes ces fibres doivent nécessairement prendre place. Il en résulte que le manteau se soulève sous forme de replis ou bourrelets, appelés *circonvolutions cérébrales* ou *gyri*, séparés les uns des autres par des sillons profonds, et à l'intérieur desquels pénètrent de minces lames de substance blanche. Au début, les sillons corticaux sont peu profonds, mais ils le deviennent progressivement à mesure que l'écorce s'épaissit et perfectionne son développement, en d'autres termes, au fur et à mesure que les circonvolutions deviennent plus saillantes à la surface.

Parmi les nombreux sillons corticaux qui impriment leurs traces sur le manteau de l'hémisphère de l'adulte, les uns sont plus ou moins profonds, plus ou moins fixes et constants. Or, on peut dire avec PANSCH, que plus un sillon est précoce dans son développement embryonnaire, plus il devient profond, et que plus il est tardif, moins il s'approfondit.

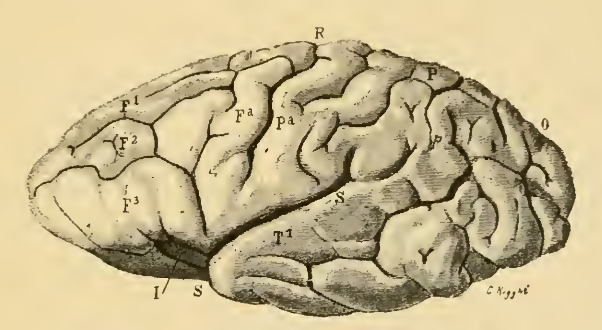


Fig. 236. — Face externe du cerveau d'un nouveau-né.

S, S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; O, scissure occipitale externe ; I, lobe de l'insula encore à découvert ; Fa, Pa, circonvolutions centrales ou rolandiques ; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales longitudinales.

Néanmoins, il n'est pas toujours vrai de dire que les anfractuosités fondamentales ou primaires sont les plus profondes. Témoin la scissure de Rolando qui l'est moins que les sillons pré et post-rolandiques.

Mais, outre qu'ils sont plus profonds, ces sillons sont plus constants et plus fixes ; ils sont donc les plus importants. C'est en raison de cette disposition, qu'on leur a réservé le nom de *sillons primaires*, pour les distinguer de ceux qui n'apparaissent que plus tard, qui sont moins fixes et moins importants, et auxquels on a donné le nom de *sillons secondaires*.

Les sillons primaires commencent à paraître vers le début du 6ᵉ mois. Le premier sillon en date, et l'un des plus importants, est la *scissure de Rolando*. Elle apparaît vers la fin du 5ᵉ mois ou au début du 6ᵉ, d'habitude sous la forme d'une petite dépression située au milieu de ce qui sera son parcours ultérieur ; elle se prolonge ensuite graduellement en bas et en haut en s'approfondissant. Cependant, d'après les récentes recherches de CUNNINGHAM (*Journ. of Anatomy*, 1890), la scissure de Rolando

n'apparaît pas en un seul centre, mais en deux ; et l'union des deux centres (R R, fig. 244) pourrait être retardée jusqu'au 7e mois. Le point qui sépare les deux centres primitifs peut encore se retrouver chez l'adulte, sous la forme d'un pli profond que l'on voit dans le fond de la scissure au niveau de l'union du tiers moyen et du tiers supérieur. Dans quelques cas rares ces deux parties peuvent même rester distinctes chez l'adulte.

A cette époque le lobe frontal est presque entièrement lisse, à l'exception d'un petit sillon anguleux, dont l'une des branches est l'ébauche du *sillon pré-rolandique*, tandis que l'autre branche est le premier rudiment du *sillon frontal inférieur*. Le lobe pariétal, dès lors bien séparé du lobe frontal, présente lui aussi les premiers linéaments du *sillon interpariétal*, et du *sillon post-rolandique*. Le premier se prolonge sur ce qui sera plus tard le lobe occipital et constitue là le *sillon occipital supérieur*. Sur le lobe temporal se voit aussi l'ébauche du *sillon temporal supérieur* ou *sillon parallèle* qui s'étend parallèlement au bord inférieur de la fosse de Sylvius (Voy. fig. 236).

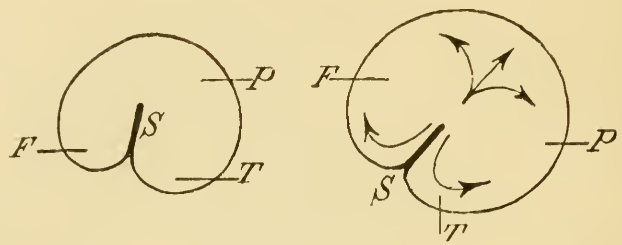


Fig. 237. — Mécanisme de la formation des lobes et du plissement de l'écorce cérébrale (Stades I et II).

S, scissure de Sylvius ; F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; T, lobe temporal.
(La direction des flèches indique le sens dans lequel s'effectue le développement de l'hémisphère).

Sur la face inférieure des hémisphères on aperçoit les premières traces du *sillon occipito-temporal moyen*, et de très faibles indices du *sillon temporal inférieur*. A la face interne, on voit l'ébauche du *sillon calloso-marginal* ou *scissure sous-frontale* (fp, fig. 231). Quant à la fosse de Sylvius, elle n'est déjà plus aussi béante que précédemment ; les bords qui limitent sa branche postérieure s'élèvent, se rapprochent et tendent à la fermer à ce niveau ; en avant, elle commence à pousser un prolongement, qui sera sa branche antérieure ou horizontale, sa branche ascendante ne se montrant que plus tard encore, vers le 8e mois.

Dans le courant du 7e mois se montrent les autres sillons et le reste des circonvolutions dans leurs traits fondamentaux. Le lobe frontal présente maintenant l'ébauche du *sillon frontal supérieur*, d'où à cette époque déjà, sont grossièrement dessinées les trois circonvolutions frontales F^1, F^2 et F^3, ainsi que la circonvolution frontale ascendante. Sur le lobe pariétal également, le sillon pariétal, précédemment paru, limite l'ébauche de deux circonvolutions,

la pariétale supérieure et la pariétale inférieure, de même que la présence des premiers rudiments du sillon post-rolandique laisse reconnaître sur ce lobe la circonvolution pariétale ascendante. Le lobe occipital lui-même est

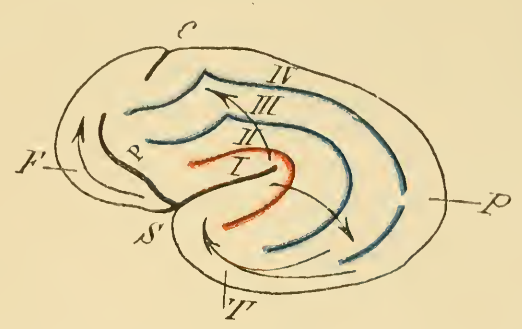


Fig. 238. — Mécanisme de la formation des lobes et du plissement de l'écorce cérébrale (stade III).

S, scissure de Sylvius ; F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; T, lobe temporal ; C, sillon crucial ; P, sillon présylvien ; I, II, III, IV, les 4 circonvolutions longitudinales primaires. La direction des flèches indique le sens du mouvement d'expansion de l'hémisphère.

déjà séparé en deux étages par le *sillon occipital transverse*, et entre lui et le lobe pariétal on aperçoit le prolongement, sur la face externe de l'hémisphère, de la scissure pariéto-occipitale.

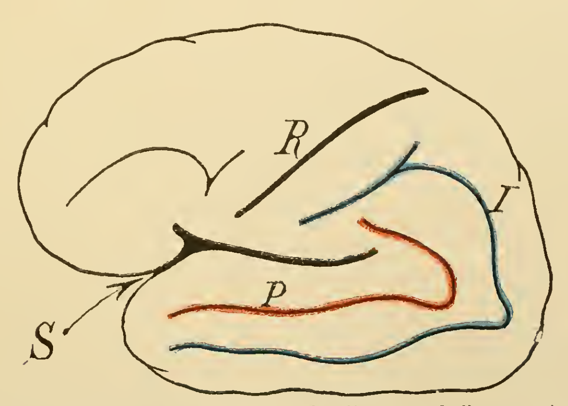


Fig. 239. — Mécanisme de la formation des lobes et du plissement de l'écorce cérébrale (stade IV).

S, scissure de Sylvius ; R, scissure de Rolando ; I, sillon interpariétal ; P, sillon parallèle.

A la face inférieure du lobe frontal on distingue les vestiges de deux sillons, les *sillons orbitaires*, rudiments de la scissure en H. — EBERSTALLER a décrit un sillon transversal situé en dessous du Rolando et communiquant

avec la scissure de Sylvius. Pour cet auteur, et Cunningham partage cette opinion, dans les cas où la scissure de Rolando communique avec la scissure de Sylvius c'est par l'intermédiaire de ce sillon, qui est presque constant chez le fœtus de 7 mois 1/2 et chez les Singes.

Dans la fosse de Sylvius, on aperçoit le lobe de l'insula déjà parcouru par deux sillons qui commencent l'ébauche des circonvolutions ou plis radiés de l'insula.

Tous ces sillons sont courts et presque rectilignes au moment de leur apparition, et n'acquièrent que progressivement leur forme et leur étendue définitives.

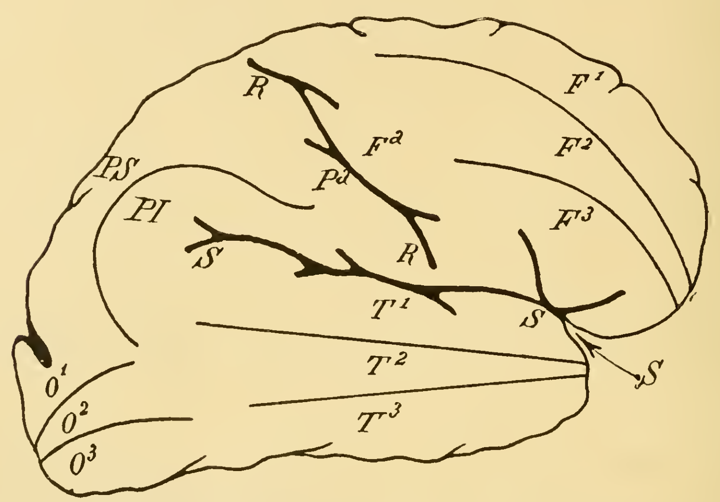


Fig. 240. — Schème des lois du plissement de l'écorce cérébrale.

S, S, scissure de Sylvius; R, R, scissure de Rolando; F^1, F^2, F^3, les 3 circonvolutions frontales; Fa et Pa, les circonvolutions rolandiques; T^1, T^2, T^3, les 3 premières temporales; PS, circonvolution pariétale supérieure, et PI, pariétale inférieure; O^1, O^2, O^3, les 3 premières circonvolutions occipitales.

Mais déjà au septième mois toutes les circonvolutions fondamentales sont ébauchées; dans le courant du 8ᵉ et du 9ᵉ mois, elles développent leurs méandres, et proéminent davantage à la surface du cerveau, si bien que le cerveau du nouveau-né est en petit, à part les détails de perfectionnement, le modèle de celui de l'adulte (Comparez la fig. 102 à la fig. 236).

On y voit les sillons et les circonvolutions essentielles; les circonvolutions accessoires et les plis profonds eux-mêmes sont esquissés; le tout n'a qu'à croître et à grandir pour constituer l'écorce cérébrale de l'adulte. Mais, cependant, en regardant attentivement des cerveaux de fœtus de 8 et 9 mois, on peut voir qu'ils représentent une sorte d'image schématique des circonvolutions cérébrales. L'ensemble du type circonvolutionnel est là, mais comme il y manque encore en grande partie les *sillons et les plis de*

perfectionnement, l'œil semble avoir devant lui le cerveau relativement simple d'un grand singe ou d'un idiot humain.

Nous ajouterons qu'entre les hémisphères de différents fœtus de même âge, et même de jumeaux, on observe des différences notables, non seulement en ce qui a trait à l'époque d'apparition des différentes scissures et sillons, mais encore en ce qui regarde la forme. Ces différences individuelles, encore peu connues, méritent toute l'attention des anatomistes.

Jusqu'alors, nous n'avons point parlé d'un lobe considérable et très important chez un grand nombre d'animaux, je veux dire, du *lobe olfactif*. C'est que chez l'Homme ce lobe est tellement réduit, j'allais dire tellement déformé, qu'il est presque méconnaissable chez l'adulte où, comme on le sait, il est représenté par ce que l'on appelle en anatomie descriptive le nerf et le bulbe olfactifs. Mais s'il en est ainsi chez l'adulte, chez le fœtus le lobe olfactif a suffisamment conservé ses caractères de lobe cérébral, pour qu'il soit indispensable de rappeler son origine et son développement. Ce sera pour nous le moyen de comprendre toute sa valeur morphologique.

Le *lobe olfactif* de l'homme se présente sur les fœtus de 3 à 5 mois, sous la forme d'un gros prolongement en massue de la face inférieure de l'hémisphère, en avant de la fosse de Sylvius. Dans ce prolongement pénètre un diverticule du ventricule latéral. Son extrémité antérieure, renflée, s'étend à la face inférieure du lobe frontal ; son extrémité postérieure se perd sur le plancher de la vésicule hémisphérique ; sa cavité débouche dans la corne antérieure ou frontale du ventricule latéral. Un large sillon, qui a la valeur d'une scissure, l'environne et le sépare du reste de l'hémisphère. Cette scissure c'est une partie de la *scissure limbique*.

Chez les Requins, chez les Mammifères osmatiques, ce lobe reste volumineux et peut même dépasser l'extrémité antérieure de l'hémisphère. Chez les Mammifères anosmatiques, et parmi eux est compris l'Homme, il s'atrophie : sa cavité s'oblitère ; son extrémité renflée passe au rang de *bulbe olfactif*, son pédicule à celui de *bandelette olfactive*, et ses racines, qui étaient primitivement de véritables circonvolutions, deviennent les *racines olfactives* qui se perdent dans la pointe du lobe sphénoïdal, l'espace perforé latéral et l'extrémité antérieure du lobe du corps calleux.

Il nous reste, avant de terminer l'histoire du développement des sillons et circonvolutions chez le fœtus humain, à dire deux mots des *plis transitoires* et précoces, que l'on a appelés les *plis de Reichert*.

Les *plis de Reichert* sont des plis temporaires qui paraissent de bonne heure sur les vésicules des hémisphères, vers le 2e mois de la vie intra-utérine. Ce sont des plis radiés qui partent de la partie la plus bombée des vésicules pour s'étendre de là en tous sens en rayonnant. Ce *plissement primitif et transitoire* entame toute la paroi de l'hémisphère encore très mince à cette époque, et on obtiendrait quelque chose d'analogue si l'on introduisait une vessie dans une cavité trop étroite. C'est qu'à cette date reculée le cerveau n'est représenté que par deux vésicules creuses renfermées dans une capsule fibreuse résistante.

Nous nous sommes précédemment expliqué sur le mécanisme de formation des circonvolutions cérébrales (p. 200).

5. — **Développement des nerfs crâniens et des nerfs rachidiens.** — Toute fibre nerveuse est un prolongement filiforme de la cellule nerveuse, soit de la moelle ou de l'encéphale, soit des ganglions. Ce prolongement n'est autre que le *filament de Deiters.* Les cellules nerveuses et les cellules de la névroglie se développent aux dépens des cellules du neuro-épithélium du canal épendymaire, d'origine ectodermique. — Comme la fibre nerveuse est un prolongement de la cellule nerveuse, qui pousse du centre à la périphérie, au fur et à mesure du développement du corps de l'embryon, il s'ensuit que les nerfs dérivent des cellules ectodermiques du sillon neural. — Ils prennent naissance sur les *crêtes neurales* ou *médullaires,* qui règnent de chaque côté de la gouttière médullaire avant même sa transformation en canal neural ou médullo-encéphalique primitif.

Les anciens anatomistes, et TIEDEMANN partageait encore cette opinion, pensaient que les nerfs n'étaient que des filets émanés de l'axe cérébro-spinal. BAER les fit naître sur place, et SERRES par développement centripète. Naguère encore la plupart des embryologistes admettaient que les racines postérieures et les ganglions rachidiens se formaient sur place aux dépens des éléments des protovertèbres. Déjà cependant BIDDER, KUPFFER, KŒLLIKER avaient démontré que les nerfs moteurs se développent de la moelle vers la périphérie. Aujourd'hui les travaux de HENSEN, HIS, BALFOUR, MILNES MARSHALL, KŒLLIKER, etc., ont mis hors de doute que tous les nerfs sont des excroissances du système nerveux central ou plutôt des *crêtes neurales* en ce qui concerne les racines postérieures des nerfs.

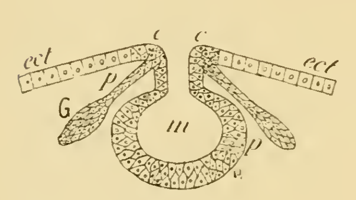


Fig. 241. — Développement des racines postérieures du névraxe.

ect, ect, ectoderme ; c, c, crêtes dorsales ; m, gouttière du névraxe; p, p, racines postérieures ; G, ébauche du ganglion rachidien.

Dans l'étude de ce développement, nous devons envisager : 1° le développement des ganglions spinaux ; 2° le développement des racines postérieures ; 3° le développement des racines antérieures ; 4° le développement des nerfs eux-mêmes.

1° *Développement des ganglions et des racines postérieures.* — Le développement des ganglions commence dès que la gouttière médullaire s'est fermée. A ce moment, une mince bandelette dérivée de la partie profonde de l'ectoderme, *bandelette ganglionnaire* (p, fig. 241), apparaît aux deux côtés de la suture dorso-médullaire, en connexion avec les crêtes neurales (cc, fig. 241). Cette bandelette se développe de haut en bas, et glisse, en se portant en dehors, entre le tube neural et le feuillet corné ou épidermique sus-jacent.

D'abord insegmentées, les bandelettes ganglionnaires se segmentent en même temps que les protovertèbres apparaissent et que le tube neural se métamérise lui-même en formant une série de renflements successifs correspondant aux protovertèbres (neurotomes). A chaque neurotome et à chaque protovertèbre correspond une racine dorsale et un ganglion. Les saillies segmentaires des bandes ganglionnaires sont de véritables *ganglioblastes.* Ceux-ci s'éloignent peu à peu de la moelle épinière et se transforment en ganglions (G, fig. 241). Ces derniers restent attachés à la moelle par des fibres qui ne sont autre chose que les *racines postérieures* dont la marche, on le sait, est centripète et dont le centre trophique est le ganglion spinal. — Telle est l'origine des ganglions rachidiens et celle des racines postérieures des nerfs d'après les recherches de HIS, MATHIAS DUVAL, BALFOUR, KÖLLIKER, RABL, HENSEN, SAGEMEHL, KASTSCHENKO, BEARD, HOUSSAY, GOLDBERG, VON LENHOSSEK, GOLOWINE, etc.

Les recherches entreprises dans ces dernières années par BALFOUR, MARSHALL, KÖLLIKER, VAN WIJHE, FRORIEP, RABL, KASTSCHENKO, BEARD, GOLDBERG, A. HOUSSAY, etc., ont montré que les *nerfs crâniens* se développaient à la façon des nerfs rachidiens. Dans la tête existent aussi les *bandes ganglionnaires* qui se segmentent en même temps que

les autres parties de la tête. C'est aux dépens de ces bandes que se développent le trijumeau avec les ganglions de Gasser et ciliaire; les nerfs facial et acoustique avec les ganglions géniculé et acoustique ; enfin, le glosso-pharyngien avec le ganglion pétreux, et le nerf vague avec le plexus gangliforme. Ces nerfs sortent primitivement de la voûte de l'encéphale, et sont comparables aux racines dorsales des nerfs spinaux, avec cette différence toutefois que les racines dorsales de la tête renferment à la fois des fibres sensibles et des fibres motrices. Cette dérogation à la loi de Bell et Magendie, est sans doute le fait de la cénogénèse, à moins que certains de ces nerfs (facial, trijumeau) n'aient des racines ventrales encore inconnues pour le moment.

2° *Développement des racines antérieures.* — Les racines antérieures des nerfs spinaux naissent un peu avant leurs racines postérieures, comme des cordons très courts, qui partent de chacun des angles antérieurs de la moelle épinière avant qu'elle ait acquis son revêtement de substance blanche. Ces cordons sont unis aux segments musculaires correspondants, de telle sorte que peu après, les segments musculaires s'écartant du tube neural, les cordons s'allongent. Puis, ces cordons s'épaississent et renferment alors de nombreux noyaux de cellules. Pour les uns, ces cellules proviendraient du mésenchyme et sont destinées à former les gaines de Schwann (Kölliker, His, Sagemehl); pour les autres, elles proviendraient de la moelle épinière et participeraient à la formation du nerf lui-même (Balfour, Marshall, Van Wijhe, Dohrn, Beard). Quoi qu'il en soit, ces cordons cellulaires ne tardent pas à prendre une texture fibrillaire, et l'on peut poursuivre leurs fibres nerveuses jusque dans l'intérieur de la moelle où elles aboutissent à des cellules ganglionnaires embryonnaires (*neuroblastes*) dérivées du neuro-épithélium primitif.

Comment se forment ces fibres nerveuses ? Par allongement progressif vers leurs organes terminaux, disent Kupffer, Bidder, Kölliker, His, Sagemehl; sur place, par différenciation du protoplasma du cordon cellulaire, comme la fibre musculaire le fait aux dépens du protoplasma des myoblastes, répondent Dohrn et Van Wijhe (1).

Quoi qu'il en soit, ces fibres nerveuses, une fois faites, constituent les racines antérieures des nerfs. On peut les considérer comme les prolongements périphériques des cellules ganglionnaires de la moelle épinière (*fibres centrifuges*), comme les racines postérieures peuvent être considérées comme les prolongements vers les centres nerveux (*fibres centripètes*) des cellules des ganglions spinaux. Comme le fait observer O. Hertwig, la division du système nerveux périphérique en une partie sensible et en une partie motrice, trouve probablement son explication dans ce fait que les organes terminaux auxquels aboutissent les fibres sensibles d'une part et les fibres motrices d'autre part ont une origine différente : les cellules sensorielles (racines postérieures) dérivant de l'ectoderme, les muscles (racines motrices) des myomères. De très bonne heure, les racines antérieures s'unissent aux racines postérieures au-delà du ganglion spinal, et dans leur ensemble les nerfs rachidiens naissent de haut en bas.

Tous les nerfs crâniens exclusivement moteurs, les oculo-moteurs, le pathétique, le spinal et le grand hypoglosse se développent comme les racines ventrales des nerfs rachidiens, c'est-à-dire comme des excroissances de la base de l'encéphale. Toutefois, Froriep a constaté, en ce qui concerne le grand hypoglosse, que ce nerf avait aussi des racines dorsales qui s'atrophiaient et disparaissaient dans les progrès du développement.

J'ajoute que Rabl ne considère pas les nerfs olfactif, optique, trijumeau, oculo-moteur externe, pathétique et acoustico-facial, comme correspondant à des nerfs spinaux ; seuls les nerfs des segments céphaliques postérieurs (glosso-pharyngien, vague, spinal, hypoglosse) auraient cette qualité.

A. Kölliker (*Ant. Anzeiger*, nos 14-15, 1891), et Goldberg (*Arch. f. mikr. Anat.*,

(1) Après Birdsall, Balfour, Mathias Duval, etc., Taft (*Compt. rend. Soc. de Biologie*, p. 231, 1892) a montré qu'à l'origine le sympathique lui-même, qui dérive d'un bourgeonnement des racines spinales, est un tractus cellulaire : certaines cellules persistent et se transforment en ganglions, les autres se transforment en fibres.

XXXVII, 1891), admettent que toutes les fibres sensitives à trajet centripète des 10e, 9e, 7e et 5e paires, de même que celles de l'acoustique, naissent dans les ganglions jugulaire et pétreux, les ganglions du limaçon et du vestibule, géniculé, de Gasser. Les *noyaux bulbaires*, considérés jusqu'ici comme les noyaux d'origine, n'en sont que les noyaux terminaux (His, Kölliker). Dans ces noyaux, les fibres sensitives se terminent par de fines arborisations qui entourent les cellules, comme les racines sensitives de la moelle le font dans cet organe.

Au contraire, les fibres motrices des nerfs crâniens naissent dans les cellules des noyaux bulbo-protubérantiels, comme les fibres motrices dans la moelle. Dans ces noyaux se terminent en outre : 1° des fibres des faisceaux pyramidaux; 2° des fibres sensitives des trajets centripètes (mécanisme des réflexes).

6. — **Métamérie céphalique. — Théorie vertébrale du crâne.** — L'étude du développement du système nerveux central est venue apporter son contingent de faits en faveur de la constitution métamérique, disons plus de la constitution coloniale du corps des Vertébrés. Quand on envisage le squelette d'un vertébré avec ses vertèbres successives et ses côtes, l'esprit s'empêche difficilement de songer à une série d'anneaux et évoque comme malgré lui l'image des Annelés, des Vers. Les renflements alternatifs de la corde dorsale, les protovertèbres, les vaisseaux intercostaux, les canaux segmentaires ou néphridies, plaident non moins pour l'idée de la constitution métamérique du corps des Vertébrés. Mais voilà que le développement de la moelle et de l'encéphale eux-mêmes vient corroborer cette idée. En effet, nous savons depuis les recherches de Kupffer, Dohrn, Beranek, Rabl, Orr, Cluhe, Houssay, etc., que le tube neural présente l'aspect moniliforme comme s'il était formé d'une série de segments unis bout à bout (neurotomes). Voilà pourquoi un naturaliste de haute envergure philosophique a cru devoir rappeler à l'Homme, « cet orgueilleux parvenu », son humble origine. Vous descendez comme tous les Mammifères, comme tous les Vertébrés, lui a-t-il crié, d'un modeste Ver de terre, et dans votre tête, dont vous vous targuez avec un si juste orgueil, nous pouvons vous montrer une série d'anneaux comparables à ceux d'une Annélide.

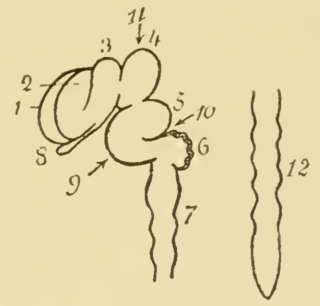
Ce qui paraît incontestable, c'est que les nerfs rachidiens naissent latéralement par paires du canal neural (racines ventrales) et des ganglions spinaux issus eux-mêmes des crêtes médullaires, en correspondance avec les somites. Eh bien ! si tous les anatomistes s'accordent aujourd'hui pour considérer la *théorie vertébrale du crâne* de Gœthe et Oken comme erronée, il n'en reste pas moins vrai qu'ils regardent cette théorie comme un simple cas de la métamérie de la tête. La théorie vertébrale du crâne est devenue la théorie segmentaire de la tête.

Je viens de dire le mot, oui la tête comme le tronc est constituée par des segments soudés les uns aux autres. Comme au tronc, ces segments sont représentés par des protovertèbres, somites ou myotomes, c'est-à-dire des tronçons creux et métamérisés de la région dorsale du mésoderme dont les cavités, dérivés de l'archentère, ont été appelées *cavités céphaliques* ; — comme au tronc encore la partie ventrale du mésoderme (plaque latérale, hypomère) est aussi segmentée, et les échelons superposés de mésoderme, ce sont les *arcs branchiaux* ou *viscéraux*, les fentes qui leurs ont interposées représentant les *fentes branchiales*. Dans ces arcs existaient primitivement (Protovertébrés) comme cela se voit encore chez les embryons de Sélaciens, un prolongement de la cavité de la protovertèbre, c'est-à-dire une portion du cœlome, de telle sorte que l'arc branchial paraissait tout à fait être le prolongement ventral de la protovertèbre. Les somites céphaliques ont été mis hors de toute contestation chez les Cyclostomes, les Sélaciens et les Amphibiens par Balfour, Marshall, Götte, Dohrn, Van Wijhe, Ahlborn, Kilian, Platt, Houssay, etc. — Froriep en a également démontré la présence dans la région occipitale chez les embryons de Mammifères. Si tout cela est bien changé aujourd'hui chez les Vertébrés supérieurs ; si le processus ou mécanisme ontogénique de développement n'est

plus le même chez eux, c'est en vertu d'altérations successives dues à la cœnogénèse et déterminées par l'adaptation et la sélection naturelle.

Enfin, comme au centre des protovertèbres et au-dessous du canal médullaire court dans le tronc une tige appelée *corde dorsale*, il existe dans la base du crâne et au-dessous de l'encéphale, une tige analogue qui n'est du reste que la prolongation céphalique de la corde dorsale. A l'heure qu'il est même, il n'y a plus lieu de distinguer avec Gegenbaur un segment céphalique cordal et un segment précordal, car la corde dorsale s'étend primitivement jusqu'à la portion la plus antérieure de la tête.

Pour déterminer un métamère céphalique, que faut-il? Il faut découvrir: 1° un fragment de mésoderme représentant un somite; — 2° un nerf segmentaire post-branchial; — 3° une fente ou pochette entodermo-ectodermique représentant une fente branchiale. Eh bien! nous pouvons dire maintenant que d'une façon générale il existe un accord parfait entre la manière dont se divise le système nerveux central (*neurotomie*), le système nerveux périphérique (*neuromérie*), l'intestin branchial (*branchiomérie*) et le mésoderme (*mésodermérie*) dans l'extrémité céphalique. Seulement, certaines parties qui, typiquement, doivent exister, régressent ou même ne se produisent pas. De là les erreurs dans la détermination des segments de la tête.



Fig, 242. — Le canal neural à ses débuts.

1, 2, les 2 vésicules des hémisphères; 3, vésicule cérébrale intermédiaire; 4, vésicule des couches optiques; 5, région des tubercules quadrijumeaux; 6, ébauche du cervelet; 7, moelle épinière; 8, vésicule optique; 9, pont de Varole (inflexion du pont); 10, inflexion nuchale; 11, inflexion du vertex; 12, canal médullaire moniliforme.

C'est pourquoi, si les somites de la région postérieure de la tête sont encore bien distincts, ceux de la région antérieure le sont moins, les uns étant effacés, d'autres confondus; c'est pourquoi aussi si les somites céphaliques des Vertébrés inférieurs, les Sélaciens par exemple, sont nombreux et typiques, il n'y a plus chez les Vertébrés supérieurs, tels que les Mammifères, que quelques somites limités à la partie postérieure de la tête, réduits et mal délimités, en raison de l'altération du développement primitif, altération qui croît avec l'adaptation elle-même, par conséquent qui augmente à mesure qu'on s'éloigne du type ancestral primitif. C'est pourquoi encore si la neurotomie ou métamérisation nerveuse est encore facile à déceler chez les embryons de Sélaciens ou de Batraciens dans toute l'étendue de la tête, elle ne l'est plus que dans la région du cerveau postérieur chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères où là, Dursy, Kölliker, Beraneck, Hoffmann, Chiarugi, Prenant, etc., ont fait voir qu'elle existait encore. C'est pourquoi encore, en raison de l'effacement des somites ici, de leur fusion ailleurs, les arcs branchiaux ne correspondent plus exactement aux somites céphaliques, et pourquoi aussi les nerfs segmentaires ne correspondent plus chacun à chacun, comme au niveau de la colonne vertébrale, avec leur protovertèbre correspondante.

Ainsi, le nerf trijumeau qui naît à la fois de deux segments cérébraux, le premier et le deuxième segments du cerveau postérieur, doit être considéré comme équivalent à deux nerfs segmentaires; ainsi, le facial et l'acoustique, qui tirent leur origine d'un seul segment, doivent être regardés comme représentant un seul nerf segmentaire; le nerf vague encore, qui naît par quatre racines du segment cérébral postérieur, représente vraisemblablement 4 nerfs segmentaires fusionnés en un seul. Un nerf crânien de l'anatomie humaine peut donc dériver de la fusion de plusieurs nerfs segmentaires, ou bien, au contraire, du dédoublement d'un seul.

La même raison nous fournit la clef de l'explication de ce fait, à savoir, que les nerfs

segmentaires de la tête, c'est-à-dire ceux qui correspondent à un somite et à un arc branchial donné, ne répondent point aux nerfs crâniens de l'anatomie humaine. Ainsi, l'oculo-moteur commun par exemple (3e paire), n'est qu'une branche ventrale d'un nerf segmentaire ; ainsi le trijumeau (5e paire) peut représenter deux branches dorsales d'un nerf segmentaire, l'une correspondant au premier, l'autre au second somite ; un nerf comme l'hypoglosse (12e paire) peut posséder six branches dont deux dorsales et quatre ventrales, et par conséquent équivaloir à deux nerfs, plus deux demi-nerfs segmentaires ; — des nerfs comme le facial (7e paire) et l'auditif (8e paire) peuvent commander deux somites à la fois, et enfin certaines branches ventrales de nerfs segmentaires ne sont pas représentées en anatomie humaine. Il est vrai que l'anatomie descriptive des Vertébrés inférieurs permet de comprendre les nerfs crâniens autrement qu'on le fait en anatomie humaine. Elle nous montre en effet que les nerfs crâniens sont groupés en complexus, tels que le complexus du trijumeau et celui du pneumogastrique. Au trijumeau, par exemple, appartiennent les nerfs oculo-moteur (3e paire) et pathétique (4e paire) qui, joints au trijumeau lui-même (5e paire), représentent dans leur ensemble deux nerfs segmentaires.

Bref, la tête du Vertébré doit être considérée comme le prolongement antérieur du tronc, et comme ce dernier elle est constituée par un certain nombre de métamères. Si la métamérie céphalique squelettique et nerveuse n'est plus aussi évidente qu'est la métamérie du tronc, cela tient à des fusions et à des coalescences, à des avortements mêmes, qui se sont produits dans le cours de l'évolution. Voilà pourquoi le squelette primitif du crâne des Vertébrés supérieurs apparaît, contrairement à celui de la colonne vertébrale, comme formée d'une seule coulée ; et si l'on a cru retrouver dans les os du crâne des parties homologues aux vertèbres du rachis, et dans les trous de la base du crâne qui laissent passer les nerfs crâniens des trous homologues aux trous de conjugaison de la colonne vertébrale, ce n'est qu'en comparant la vertèbre osseuse du rachis avec la « vertèbre » osseuse du crâne.

Je résume dans les tableaux ci-dessous ce que nous savons de la métamérisation céphalique :

MÉTAMÈRES ou SOMITES	BRANCHES NERVEUSES VENTRALES	BRANCHES NERVEUSES DORSALES
Métamère I (Muscles de l'œil : droit supérieur, droit inférieur, droit interne et petit oblique).	Oculo-moteur commun (3)	Branche ophtalmique du trijumeau (5)
Métamère II	Pathétique (4)	Trijumeau (5), moins l'ophthalmique
Métamère III (Muscle droit externe de l'œil.)	Oculo-moteur externe ou abducens (6)	Facial (7) et Acoustique (8)
Métamère IV (Muscles atrophiés de bonne heure)	Absente	
Métamère V (Muscles atrophiés de bonne heure)	Absente	Glosso-pharyngien (9)
Métamères VI et VII	Deux racines antérieures de l'hypoglosse (12)	Vague ou pneumo-gastrique (10)
Métamères VIII et IX	Deux racines antérieures de l'hypoglosse (12)	Racines de l'hypoglosse en voie de disparition (12)

(Wan Wijhe, Wiedersheim).

NEUROTOMES	FENTES BRANCHIALES	NERFS SEGMENTAIRES
Hémisphères	Nasale	Olfactif
Thalamencéphale	Cristallo-hypophysaire	Ciliaire
Cerveau moyen	Bouche	Trijumeau
Cerveau postérieur	1. Hyo-mandibulaire 2. Hyoïdienne 3. Auriculaire	Facial et acoustique
Arrière-cerveau ou moelle allongée	1re fente branchiale	Glosso-pharyngien
	2e, 3e, 4e fente branch.	Vague

(F. Houssay).

Nous avons dit que les racines sensitives des nerfs spinaux naissent des ganglions spinaux, tandis que les racines motrices naissent dans la portion ventrale de la moelle. Les nerfs crâniens mixtes ont également la double origine ventrale et dorsale, et si plus tard on les trouve tous à la base du cerveau, c'est par suite de l'accroissement particulier et spécial de l'encéphale. Tous les nerfs ventraux, qu'ils appartiennent à la moelle ou au cerveau, sont dépourvus de ganglions; tous les nerfs dorsaux ont, au contraire, un ganglion.

En général, les racines motrices se réunissent aux racines sensitives au-delà du ganglion spinal; mais de nombreuses considérations conduisent à penser que chez les ancêtres des Vertébrés actuels, les racines dorsales et les racines ventrales ont dû rester isolées, comme c'est encore maintenant le cas chez l'Amphioxus et les Pétromyzontes.

Dans leur état primitif, les nerfs présentent une disposition strictement métamérique. Mais cette disposition est modifiée au tronc (nerfs spinaux) par l'apparition des membres, et à la tête (nerfs crâniens) par suite des transformations si complexes des métamères céphaliques et du squelette brachial.

Au tronc un grand nombre de nerfs se réunissent pour former des *plexus*. Dans ces derniers le nombre et la grosseur des nerfs sont assez généralement proportionnels au développement du membre.

Chez les animaux où les membres ont disparu depuis longtemps, toute trace des plexus correspondants a également disparu (Gymnophiones). Chez les Serpents on rencontre encore un reste d'un plexus brachial, ce qui indique qu'ils possédaient jadis des membres antérieurs. Il en est de même des membres postérieurs dont on retrouve des débris de la musculature et du squelette.

Chez *Protoptérus* (Dipneustes) l'hypoglosse possède encore des racines dorsales (sensitives). Le spinal ne devient distinct du vague qu'à partir des Reptiles.

CHAPITRE IV

—

Le fonctionnement général du système nerveux. Aperçu de psycho-physiologie.

Après avoir étudié l'anatomie et la physiologie du système nerveux, le médecin doit-il s'arrêter, et réserver aux seuls philosophes le monopole de la psychologie? Quant à moi, je ne le pense pas. Bien plus, je crois que le médecin est mieux préparé et mieux armé que qui que ce soit pour pénétrer dans le domaine des choses de l'esprit. Mais cela me paraît être pour lui non-seulement un droit, mais un devoir; car, le futur médecin-légiste, le futur aliéniste, a besoin plus que tout autre, davantage encore peut-être que le magistrat et que le législateur, de faire appel dans sa carrière à ses connaissances psychologiques pour juger sainement de la valeur mentale et morale d'une personne donnée, que les circonstances de la vie, ou les hasards de l'hérédité ont amenée sur les bancs de la cour d'assises ou dans le cabanon d'une maison d'aliénés.

Je n'hésite donc pas à joindre à mes études anatomiques sur le système nerveux un aperçu de psychologie, autrement dit de physiologie cérébrale.

Et maintenant une courte profession de foi. Nous ne sommes ni spiritualiste, ni matérialiste. Exclusivement homme de science, nous pénétrons dans nos laboratoires de recherches sans aucune idée préconçue. Là, nous faisons naître expérimentalement, nous analysons, nous observons, nous étudions les phénomènes de l'esprit, de la même façon que nous avons observé la nature morte ou animée de vie, le muscle sur le cadavre ou mouvant le squelette sur l'animal vivant. L'analyse des faits nous conduira à une rigoureuse synthèse des phénomènes psychiques, mais nulle part, le lecteur ne trouvera comme argument irrésistible (!) ces sillogismes et paralogismes si chers à une métaphysique surannée (1).

(1) Lisez : Leuret et Gratiolet, *Anatomie du système nerveux*, Paris 1839-1857. — J. Mueller, *Manuel de Physiologie*, trad. franç. Paris 1851. — Taine, *De l'Intelligence*, Paris, 1870. — Herber Spencer, *Principles of psychology*, 1874-1875. — Carpenter, *Principles of mental Physiology*, 1876. — Delbeuf, *La loi psycho-physique* (Rev. philos. 1878). — L. Liard, *La science positive et la métaphysique*, Paris 1879. — Bain, *L'esprit et le corps*, Paris 1879. — H. Maudsley, *La physiologie de l'esprit*, trad. Herzen, Paris, 1879. — Ch. Bastian, *Le cerveau et la pensée*, Paris 1882. — A. Fouillée, *La liberté et le déterminisme*, 2e éd. Paris, 1884. — W. Wundt, *Psychologie physiologique*, trad. Rouvier, Paris, 1886. — Ch. Richet, *Physiologie générale*, Paris 1887. — Herzen, *Le cerveau et l'activité cérébrale*, Paris, 1887. — Ch. Bernard, *La science expérimentale*, nouv. éd. Paris, 1888. — Beaunis, *Les sensations internes*, Paris, 1889. — Th. Ribot, *Les maladies de la volonté*, 1891, et *les maladies de la mémoire*, 1893.

1. — Physiologie de l'Esprit.

L'esprit de recherche a remplacé l'esprit de vénération ; la Foi recule devant l'Observation. L'homme agenouillé se lève et scrute les causes des phénomènes dont l'expérience lui révèle peu à peu le déterminisme et l'enchaînement.

La vieille philosophie était basée sur la conscience, oui, sur la conscience qui ne nous dit même pas que nous avons un cerveau (Maudsley) ; la nouvelle philosophie est basée sur l'expérience et le contrôle. L'esprit ou le cerveau reçoivent continuellement une foule d'impressions que leur fournissent les organes des sens et nos rapports avec le monde extérieur ; ces impressions n'affectent pas la conscience, mais elles n'en sont pas moins assimilées par l'esprit qui en reçoit du même coup des modifications permanentes. Nous acquérons ainsi des habitudes de pensée, de sentiment et d'action, qui finissent peu à peu par s'incarner dans les centres nerveux en donnant à l'esprit sa tournure propre et sa tonalité personnelle. Que la conscience existe ou n'existe pas, les opérations mentales elles-mêmes n'en resteraient pas moins ce qu'elles sont. Si la conscience était supprimée, il n'y aurait qu'une chose de moins, le témoin, c'est-à-dire le sens intérieur par lequel l'individu auparavant observait les opérations dans son propre esprit.

Tout état de conscience, qui s'est produit une fois avec assez d'intensité, laisse dans le cerveau une disposition fonctionnelle tendant à le reproduire dans la suite. Aucun acte mental ne s'efface absolument ; chaque opération de l'esprit laisse une empreinte qui en facilitera la reproduction. A mesure qu'elle se renouvelle l'impression devient plus facile ; à mesure qu'il s'effectue, le mouvement s'exécute avec plus de rapidité et de précision ; à mesure qu'elle s'exerce, la pensée devient plus agile. Ce sont ces empreintes que laissent les sensations et les réactions motrices correspondantes sur les centres nerveux qui posent les fondements du caractère. La conscience ne peut nous donner aucun renseignement sur la manière dont s'associent les sensations et sur celle dont s'organisent les idées, mais un rêve, un poison, la fièvre peuvent à tout moment évoquer des sentiments, des idées, qui semblaient être tout à fait effacés en nous. Ainsi des dispositions particulières naissent en nous, presque tout à fait à notre insu.

La conscience ne révèle donc rien « sur le procédé par lequel une idée en évoque une autre, et n'exerce aucun contrôle sur leur suite ou leur reproduction ; ce n'est que lorsqu'une idée est éveillée, grâce à quelque association, lorsque le résultat du procédé s'impose à l'attention, que la conscience s'en aperçoit... Lorsque nous tâchons de nous rappeler quelque chose qui, dans le moment, nous échappe, le meilleur moyen est, comme tout le monde sait, de laisser libre cours à l'activité inconsciente du cer-

veau : tandis que la conscience est occupée ailleurs, la chose oubliée se présente souvent tout à coup à la mémoire. » (Maudsley).

Comme il y a des ondulations de l'éther trop faibles ou trop lentes pour produire sur nos yeux une impression lumineuse, de même il y a dans le cerveau des vibrations trop faibles, trop lentes ou trop faciles pour éveiller la conscience, mais suffisantes néanmoins pour donner lieu à des associations inconscientes. La pensée, comme après une silencieuse gestation, jaillit des profondeurs de l'inconscient où ses germes ont été jetés à l'état de sensations et d'idées associées. La conscience est trop occupée de la formation des phrases pour s'occuper du travail mental lui-même. Au fond de tout ce travail, qu'y a-t-il? La vie organique du cerveau, dont le plus grand caractère est de s'écouler sans éveiller la conscience. L'homme, dont le cerveau se fait sentir et avertit la conscience de son existence, est un homme malade. La conscience n'est pas une faculté autonome, elle n'existe que comme phénomène concomitant d'un acte mental concret; il n'y a point de conscience sans quelque chose dont on soit conscient. Aussi la conscience est-elle toute relative, faible ou forte, pervertie ou absente. Elle n'apparaît qu'à un certain degré d'activité psychique. Si la vibration nerveuse est pervertie, la conscience est entachée d'erreur. C'est ainsi que l'aliéné en appelle au témoignage de sa conscience pour attester la vérité de ses hallucinations : le monde tourne aux yeux de celui qui a le vertige. A cet égard, les asiles comme les prisons sont de vrais laboratoires psychologiques, dans lesquels il est regrettable de ne pas voir plus de philosophes venir s'instruire au lieu d'observer leur propre conscience dans les profondeurs de leur cabinet.

Il nous éviterait de la sorte, comme le dit Maudsley, « les plus vaines jongleries verbales dont la pauvre cervelle humaine ait jamais eu à subir l'obsession opiniâtre. » En réalité tout état de conscience est le résultat d'une série d'actions et de réactions entre l'objet et le sujet. Admettons cela, me direz-vous peut-être, mais vous n'en expliquez pas plus pourquoi l'énergie produite par le changement moléculaire qui se passe dans le cerveau est un sentiment, une idée, une volition, pourquoi en un mot cette énergie devient consciente. Nous n'en savons rien, cela est vrai, mais en savez-vous davantage sur l'essence de l'affinité ou de l'électricité ? Dès lors pourquoi êtes-vous si exigeants envers le physiologiste alors que vous l'êtes si peu envers le chimiste ou le physicien ? Lorsque nous avons établi l'enchaînement invariable des phénomènes psychiques, lorsque nous avons définitivement démontré, par rapport à chaque fonction mentale, qu'un état particulier des rouages du cerveau lui correspond et en est la condition nécessaire, n'avons-nous pas assez fait ? A chaque jour sa tâche.

Qu'est la caractéristique de l'esprit ?

C'est la conscience ; la preuve de la conscience, c'est le fait de choisir, et la preuve du choix c'est l'hésitation d'agir entre deux ou plusieurs alternatives. Ceux qui sont capables de choisir, *sentent* les stimulants qui déterminent le choix. Or, tous les animaux doués de sensibilité éprouvent le besoin de se rapprocher de tout ce qui leur est agréable et celui de s'éloigner de tout ce qui leur fait mal.

La base physique de l'esprit c'est l'acte réflexe. Et l'acte réflexe, même

appris, est susceptible de mémoire. Quand nous nous rappelons quelles quantités considérables d'associations neuro-musculaires sont nécessaires pour la marche ou la parole, et le labeur que ces fonctions nécessitent pendant leur organisation dans l'enfance, il est étonnant que nous arrivions à les accomplir sans y songer ; les appareils nerveux qui en sont chargés ont entièrement *appris* leur besogne, le mécanisme nerveux se *souvient* des associations de mouvement propres à les accomplir.

Mais la *mémoire* ne serait rien si elle ne fournissait pas elle-même la base d'une autre faculté, celle de l'*association des idées.* L'association des idées n'est en effet qu'un développement de la mémoire simple.

Une impression mentale, image, souvenir ou idée, s'étant présentée à l'esprit juxtaposée avec une autre, non seulement les deux impressions sont enregistrées dans la mémoire, mais le fait de leur juxtaposition l'est aussi, de sorte que lorsque l'une est rappelée l'autre l'est également.

Personne ne saurait douter que dans l'encéphale les arcs nerveux de diverses catégories ne soient reliés entre eux par des fils conducteurs ; il serait également malaisé de douter que les processus intellectuels ne sont pas accompagnés de courants qui parcourent ces arcs nerveux, tantôt dans celui-ci, tantôt dans celui-là, selon la nature de l'impression et la répercussion de celle-ci ; plus difficile encore serait de douter que plus souvent un arc ou un groupe d'arcs est traversé par un courant donné, plus il est aisé aux courants subséquents de suivre les mêmes voies, ces dernières étant rendues plus praticables à mesure qu'elles sont suivies. En y réfléchissant un peu, on se convaincra que dans ces lois physiologiques on trouve le côté objectif du principe psychologique de l'association des idées. Ne peut-on pas se figurer, en effet, qu'une série de décharges parcourant le même groupe d'arcs nerveux, s'accompagnera de l'occurrence d'une même série d'idées, et que le passage antérieur d'une série de courants à travers un groupe quelconque d'arcs nerveux, aura pour résultat, en rendant la voie plus perméable, de faire prendre aux courants ultérieurs la même voie, lorsqu'ils partiront de la même source ? Dès lors la tendance des idées à se *re*-présenter dans l'ordre où elles se sont déjà *présentées* n'est que l'expression psychologique du phénomène physiologique que les lignes nerveuses deviennent plus praticables par le service et l'usage... Or, comme le développement continu et progressif de l'esprit suppose un développement adéquat des rouages nerveux, il s'ensuit que l'évolution du système nerveux a été liée dans le temps à l'évolution du *sentir* et du *penser*. C'est en effet ce que démontrent l'anatomie et la physiologie comparées. De fait, il nous semble malaisé de contredire que les phénomènes nerveux et les phénomèmes mentaux sont invariablement liés les uns aux autres, à ce point qu'on peut soutenir qu'il y a relation de causalité entre eux.

Romanes (*L'évolution mentale chez les animaux*, Paris, 1884) a justement fait remarquer que le processus de l'évolution mentale consiste essentiellement en une coordination progressive de facultés mentales également en voie de développement progressif, coordination correspondante à celle qui se fait pour les mouvements musculaires. Et en effet, les sensations, les émotions, les conceptions, ne sont pas des états simples, mais des états composés d'une façon très variée (Lewes). Une note de musique semble produire une seule vibration, et cependant l'analyse physique y découvre

un ensemble complexe de vibrations ou harmoniques qui sont reçues par autant d'éléments nerveux distincts. Il n'en résulte pourtant qu'une sensation, si bien qu'en nous en tenant au témoignage de notre oreille nous n'aurions assurément pas supposé que cette sensation fût autrement que simple. Il en est de même des sensations de couleur, de goût, d'odorat, de tact. Partout l'idéation des processus mentaux les plus simples (souvenir d'une sensation) aux plus élevés (pensée abstraite), présente un groupement et une combinaison d'éléments subjectifs parfaitement comparables aux combinaisons qui se passent dans les rouages nerveux et qui sont exprimées par la coordination musculaire.

Les mouvements fréquemment pratiqués ensemble s'associent de façon à se reproduire à un même signal. Cette répétition de mouvements est si enracinée, que lorsque nous voulons faire le premier, le reste suit comme mécaniquement. Cette combinaison de mouvements musculaires si complexe, qui éclate tout d'un jet dans l'acte de parler, de pianoter, de jongler, etc., a son parallèle dans la mentalité. De même que la coordination musculaire dépend de l'action simultanée d'un certain groupe d'appareils nerveux dans le but d'obtenir l'action combinée d'un certain nombre de muscles, de même nous devons supposer qu'une idée générale ou composée, dépend de l'activité simultanée de plusieurs centres nerveux qui régissent les diverses parties composantes de l'idée complexe (Romanes). Une idée en appelle une autre, et cette idée en apparence simple, est elle-même un composé, une résultante.

Le mot *fer* ou le mot *or*, dirai-je avec James Stuart Mill, semble exprimer une idée simple ; pourtant en y réfléchissant un peu, on voit de suite que l'idée de chacun de ces métaux se compose d'idées séparées de diverses sensations, telles que thermalité, poids, dureté, couleur, etc. — Ainsi, comme le dit Herbert Spencer, se forment non-seulement les états de conscience, mais les congrégations d'états de conscience, qui répondent à des objets extérieurs complexes, tels qu'animaux, hommes, édifices, mais fusionnés à ce point que pratiquement nous les considérons comme des états uniques. Il en est ainsi même pour les idées les plus abstraites, car qu'est-ce que c'est que l'*abstraction*, si ce n'est la faculté de dissocier mentalement entre les qualités et les objets, et dans des phases plus élevées, la faculté de combiner ces qualités ou les concepts qu'on en a, en de nouvelles combinaisons idéales, dernière qualité qui est le propre du nouveau et du génial? Et encore, de même que les coordinations neuro-musculaires se transmettent par hérédité et ont besoin d'être entretenues pour se maintenir à un haut degré de précision, de même aussi les combinaisons d'idées se transmettent aussi par héritage et ont besoin d'être entretenues par la répétition pour conserver toute leur puissance.

Le raisonnement, le jugement, la volonté, correspondent à une série de changements nerveux dont chacun est produit par des antécédents physiques. « Aussi, du côté objectif, chaque pas dans le raisonnement consiste en un choix judicieux entre ces excitations extrêmement délicates que, sous leur aspect subjectif, nous connaissons sous le nom d'arguments. Le jugement, envisagé de la même façon, n'est que le résultat final de l'incidence d'une foule d'excitations très délicates, et ce résultat final, — comme tous

les pas du raisonnement qui y conduit, — n'est autre chose que la pratique d'une faculté de discerner entre l'excitation que du côté subjectif nous connaissons comme étant le bien, et celle que du même côté, nous connaissons être le mal. Enfin, la volition considérée subjectivement est la faculté de choisir les motifs avec le concours de la conscience, et les motifs considérés objectivement ne sont que les excitations à l'action nerveuse, excitations très complexes, et inconcevablement affinées. » (Romanes, p. 41). On a dit que les animaux ne sont que des machines sentantes, qui n'ont point de raison réelle puisqu'ils ne perçoivent point les analogies et n'en savent point tirer d'induction; qu'ils ne manifestent point de signes de perfectionnement de génération en génération; qu'ils ne font point de feu, ne font usage ni de vêtements, ni d'outils, etc. Nous avons vu que les bêtes ont des rudiments d'induction et que par conséquent elles ne sont point tout à fait privées de raisonnement. En ce qui concerne l'usage des outils, l'invention du feu, etc., si les bêtes ne nous ressemblent pas, cette différence tient sans nul doute à l'imperfection de leur organisme mental. Mais ce n'est là qu'une différence de degré et non pas une différence de nature.

L'animal, comme l'homme, a des *idées simples* ou *concrètes*, c'est-à-dire les simples souvenirs de perceptions, ou la persistance des images mentales des impressions sensitives passées. Il a aussi, comme l'homme, des *idées complexes* ou *composées*, c'est-à-dire un mélange d'idées, une sorte de composé dont les éléments sont les idées particulières. Il a aussi les idées que l'on a appelées *idées génériques ou récepts*, c'est-à-dire un composé de représentations mentales ordonnées en séries d'images plus simples conformément à l'expérience passée (association des idées).

Si l'homme seul a la propriété des *idées générales* et *abstraites* (concepts), c'est-à-dire des idées qui ne naissent que par l'opération consciente et volontaire de l'esprit sur les matériaux de sa propre idéation, connus en tant que tels, cela tient à une faculté que seul il possède, à la faculté du langage.

Réfléchir, c'est combiner ses propres idées ; c'est élaborer consciemment et développer intentionnellement des produits plus élevés avec des idées plus simples. Cette faculté repose sur la conscience, c'est-à-dire sur la propriété de l'esprit qui lui permet de s'isoler lui-même, d'objectiver l'un de ses états par rapport aux autres, et de la sorte de contempler ses propres idées en tant qu'idées. Mais cette faculté, l'esprit la doit au *langage articulé* ; c'est par le langage qu'il devient capable de fixer ou de rendre claires pour lui-même ses propres idées, dans la mesure nécessaire pour qu'elles puissent être envisagées ultérieurement en tant qu'idées. Ce n'est que grâce à la fixation des idées par des mots que la faculté de la *pensée conceptuelle* devient possible (Romanes). Mais si cette différence existe entre l'homme et l'animal, la véritable différence ne consiste pas dans les symboles, mais réside dans la différence des facultés intellectuelles, autrement dit, il faut l'aller chercher cette différence, dans une spécialisation organique plus grande. Et encore, si « le développement du langage n'est que la copie de cette chaîne de processus qui commença avec l'aurore de la conscience humaine, et qui se termine par la construction de l'idée la plus abstraite » (Wundt), nous ne devons pas oublier que la parole dérive du cri réflexe.

En résumé, la base physique de l'esprit est donc la sensation. Celle-ci grandit et croît avec le développement même des rouages nerveux : organes des sens et système nerveux. L'utilisation héréditaire, combinée à la sélection naturelle, a sans doute suffi à édifier les innombrables mécanismes réflexes que nous trouvons dans l'organisme des animaux. De l'acte réflexe simple, on passe par d'insensibles transitions, à l'acte mental. Au fond, les hémisphères du cerveau ne sont que deux gros ganglions que l'on peut comparer à ceux de la moelle épinière. Comme ces derniers, ils sont parcourus par des courants ou des décharges qui se montrent partout corollaires des processus mentaux ; comme eux ils apprennent à exécuter les actes qu'ils sont appelés à accomplir ; comme eux ils s'en souviennent et les associent, et comme eux ils les oublient si un intervalle trop long éloigne l'occasion de les répéter, mais ces actes ils les *ré*apprennent aussi avec plus de facilité quand ils les ont une fois sus.

Les facultés mentales, sensations, idées, jugements, etc., ressemblent à des coordinations musculaires, en ce sens qu'elles sont des états de consciences ordinairement réunis, où chaque partie constituante doit correspondre à l'activité de quelque élément nerveux en particulier. Aussi l'évolution des associations et des coordinations psychiques a-t-elle été accompagnée partout et toujours par le développement parallèle des coordinations musculaires destinées à remplir les mouvements adaptés. — De même que les mouvements musculaires ont une tendance à se reproduire dans la même succession sériale, de même les idées ont une grande tendance à revenir groupées dans le même ordre. Il n'est pas jusqu'aux dérangements dans le mécanisme neuro-musculaire (ataxie, etc.), qui n'aient leurs équivalents dans le mécanisme mental (manie, etc.). — Bref, l'évolution mentale a toujours consisté en un développement progressif de la faculté de distinguer les excitations les unes des autres, combiné à la faculté complémentaire de produire des réponses adaptées.

Ces premiers principes posés, — et ils découlent de l'expérience, — entrons dans le détail de la psycho-physiologie.

2. — L'esprit et le système nerveux.

Scientifiquement, l'esprit est une force naturelle au même titre que la force musculaire, mais il n'est pas plus palpable que la force musculaire, et n'est appréciable comme elle ou tout autre énergie, électricité, pesanteur, etc., que par les changements matériels, cause et condition de ses manifestations. On ne peut nier à l'heure qu'il est qu'à chaque manifestation intellectuelle corresponde une modification corrélative des rouages nerveux ; que tout phénomène mental s'accompagne de quelque changement moléculaire, chimique, nutritif, des centres nerveux dont il n'est que le résultat dynamique. Les composés chimiques qui constituent les éléments nerveux

sont très complexes et très instables; les « matières extractives » des centres nerveux montrent que l'activité mentale a pour conséquence des métamorphoses régressives, car on y trouve des acides lactique et urique, la créatine et l'hypoxanthine, outre les acides formique et acétique, qui représentent la série des corps gras, tous dérivés de l'oxydation de la matière nerveuse, et en particulier du protagon. Ces produits sont semblables à ceux que l'on trouve dans les muscles qui ont travaillé : la production d'une idée aussi bien que la production d'un mouvement est donc accompagnée d'oxydations, et la force, dans un cas comme dans l'autre, se dégage de la matière qui brûle, comme la flamme d'une bougie allumée. Neutre durant le repos, la substance nerveuse devient acide après un travail mental soutenu, et l'usure de ses matériaux, riches en phosphore et en protagon, donne lieu à une décharge de phosphates dans l'urine (Byasson, Hammond, Mossler) et à une décharge de cholestérine dans le sang qui revient du cerveau (A. Flint). L'esprit et la force vive, merveilleuse et insaisissable, qui se dégage pendant le fonctionnement du système nerveux dans la cellule des centres nerveux sont à l'état latent les conditions de la pensée, la force mentale à l'état potentiel ou en puissance, qu'un stimulus externe ou interne vient ébranler et faire jaillir sous la forme d'une force vive (1).

L'orsqu'une excitation ne parcourt que le fil sensitif pour être aussitôt réfléchie sur le fil moteur par un centre excito-moteur, elle n'est point perçue, et le mouvement qui répond à l'excitation est inconscient et automatique; mais, lorsque avant d'être transmise au nerf moteur, l'impression est portée aux centres plus élevés des hémisphères du cerveau ou *centres d'idéation*, c'est-à-dire lorsqu'elle parcourt l'*arc psychique*, alors le phénomène produit s'appelle une perception et volition. Mais comme cette perception par l'idée peut être agréable ou désagréable, par suite de la sensibilité spéciale que possède le cerveau de *sentir* et d'*apprécier* les sensations, il en résulte que l'idée peut prendre le caractère *émotionnel*. — Quand les idées sont formées, une excitation, arrivant dans les plexus de l'écorce du cerveau, réveille une activité que la conscience perçoit comme *réflexion* et qui s'achève par un mouvement volontaire ou un mouvement d'arrêt.

Les mécanismes de fibres et de cellules sont infinis dans le cerveau et il est permis de penser que nous ne nous servons jamais que d'une petite partie de nos instruments intellectuels. Que l'esprit soit en rapport avec l'instrument qui le produit, il suffit pour s'en convaincre d'examiner le cerveau des idiots en regard de celui d'un homme d'esprit. Mais dans cet

(1) Des recherches de Stcherbach (*Influence du travail cérébral sur l'échange azotique et phosphorique* (Thèse de Pétersbourg, 1890), il résulte que pendant une période (expériences) de *travail* (4 jours) *intellectuel*, l'échange azotique et l'échange phosphorique ont augmenté (l'azote : de 83,7 p. 100 et 84,3 pour 100 à 98,5 et 89,5 0/0 ; le phosphore : de 100,4 p. 100 et 100, 6 à 142, 8 0/0 et 115 0/0).

Pendant une période de *travail manuel* l'échange azotique était de 70,43 0/0, et l'échange phosphorique de 93,49 0/0.

Chez une jeune *microcéphale* de 16 ans, l'échange azotique était de 78,76 0/0 et l'échange phosphorique de 90,07 0/0 ; chez une *idiote* de 17 ans, l'échange azotique était de 77,66 0/0, et l'échange phosphorique de 90,16 0/0.

Le sang de la veine jugulaire est plus pauvre en P^2O^5 que celui de l'artère carotide.

Pendant le travail cérébral le cerveau gonfle (Mosso) et s'échauffe (Lombard, Broca, Schiff, Maragliano), et E. Tanzi a constaté le même phénomène sous l'influence des émotions.

ordre d'idées, il ne faut jamais oublier la *qualité* de l'instrument. Une augmentation dans la rapidité des ondulations de l'éther, comme le dit MAUDSLEY, transforme en lumière ce qui auparavant était l'obscurité ; de même on peut se figurer qu'une augmentation du nombre des vibrations moléculaires le long des trajets nerveux pourrait transformer la bêtise en génie. De fait, on sait combien peut aiguiser l'esprit une pointe d'ivresse, et nombre de fois l'on a vu un accès de fièvre redonné à un aliéné dont l'esprit paraissait éteint, une mentalité brillante, mais hélas ! temporaire.

La physiologie, de son côté, prouve que les éléments de l'esprit sont le résultat du rendement particulier à chaque genre d'éléments nerveux, ce qui prouve que l'esprit ou âme n'est pas une entité mystérieuse. Ainsi les qualités de nos sensations ne sont nullement l'équivalent des qualités des objets, — en d'autres termes nos sens ne nous donnent en aucune façon une représentation exacte du monde extérieur. En effet, des fous absolument sourds entendent quelquefois des voix et se disputent avec elles. A quoi tient cela ? A ce que nos sens peuvent être excités *subjectivement*. Appliquez le même courant galvanique sur le nerf optique et sur le nerf acoustique, et vous aurez ici une sensation sonore, là une sensation lumineuse. Qu'un rayon de soleil soit perçu par nous comme *lumière* ou comme *chaleur*, cela ne dépend en aucune façon des propriétés inhérentes au rayon, mais simplement du fait que nous le sentons tantôt par l'œil, tantôt par la peau, et la couleur que nous voyons et que nous attribuons à la lumière, dépenp uniquement de la longueur des vibrations de l'éther : les plus longues produisent en nous l'impression du rouge, les plus courtes celles du violet (1). Si notre œil manquait de cet ordre de fibres nerveuses dont l'irritation est perçue par nous sous la forme de couleur rouge, nous n'aurions aucune idée de cette couleur. De fait, chacun sait que cette supposition est réalisée dans cette défectuosité de l'appareil de la vision qu'on appelle le *daltonisme*.

L'activité psychique siège dans le système nerveux ; c'est le cerveau qui est l'organe de l'âme, comme le démontrent l'ablation expérimentale des hémisphères cérébraux ou les destructions accidentelles des circonvolutions cérébrales (2). Ces phénomènes intellectuels sont étroitement liés aux conditions physiologiques des éléments du cerveau. Que le sang cesse d'arriver à l'encéphale, et toute conscience s'éteint. Ceux qui sont tombés en syncope sont là pour le raconter : une ou deux secondes de vertige, puis plus rien, le néant. Il est donc oiseux de discuter pour savoir si les décapités conservent encore quelques instants

(1) Le *vert*, par démonstration directe, le *rouge* et le *violet* par déduction, semblent bien avoir droit, physiologiquement parlant, à la qualification de couleurs fondamentales qui leur a été attribuée par YUNG. Il y a en effet, dans les centres nerveux, pour la perception de ces couleurs, des cellules distinctes ou tout au moins douées de trois sensibilités indépendantes : l'une qui est excitée par les vibrations du rouge ; l'autre par les vibrations du vert et la troisième par les vibrations du violet. L'œil possède donc l'aptitude à analyser la lumière blanche et à la décomposer en ses couleurs fondamentales par suite d'une modalité particulière imprimée aux cellules perceptrices des centres (CHAUVEAU, *Acad. des Sc.*, 28 nov. 1892).

(2) FR. GOLTZ (*Arch. fr. die gesammte Physiologie*, LI, p. 570, 1892) a montré qu'un chien énécervelé, s'il avait conservé la faculté de sentir, de se mouvoir, d'entendre, de manger et le sens musculaire, avait complètement perdu toutes les facultés psychiques, mémoire, conscience, réflexion. Il ne voyait pas, quoiqu'il fût incommodé par la lumière, il ne reconnaissait personne, ni un geste ni une caresse, il était incapable de chercher sa nourriture et avait perdu l'odorat.

la connaissance. L'âme disparaît avec une soudaineté extraordinaire aussitôt que le sang n'arrose plus les champs cérébraux.

Prive-t-on le système nerveux d'oxygène, l'esprit ne tarde pas non plus à sombrer. Dans l'asphyxie, c'est d'abord l'angoisse profonde, puis en moins de deux minutes, une douleur intense, une suffocation atroce accompagnée de mouvements convulsifs, pendant lesquels l'intelligence reste intacte. Mais bientôt les objets extérieurs ne sont plus perçus ; la vue se trouble, les images intellectuelles sont de plus en plus confuses, la conscience disparaît, de sorte qu'en moins de trois minutes, la mémoire a sombré, l'intelligence s'est éteinte, le moi a disparu.

Pendant une minute encore les mouvements convulsifs et réflexes se manifestent en décroissant, puis plus rien, la vie animale a cessé de se manifester. Le cœur bat encore pourtant, mais il n'envoie plus au cerveau que du sang noir, du sang chargé d'acide carbonique, du sang privé d'oxygène. Quelle idée plus saisissante pourrait-on fournir de l'union indissoluble de l'âme et du corps !

Le froid paralyse l'activité psychique ; la chaleur l'exagère. Mais c'est dans des limites très étroites ; car pour peu qu'on dépasse un certain degré de froid ou de chaleur, le système nerveux meurt. Un phénomène aussi intimement lié à la constitution des éléments nerveux saurait-il être autre chose qu'un phénomène physico-chimique ? Quelques gouttes d'absinthe et aussitôt toute la vie intellectuelle a changé. L'imagination est devenue vive, brillante, enthousiaste ; les forces semblent décuplées, un *moi nouveau* s'est substitué au *moi ancien*. Dans la mentalité, fonction du cerveau, comme dans la contractilité, fonction du muscle, l'origine de la force qui se dégage, ici sous forme d'intelligence, là sous forme de travail mécanique, est dans les combustions chimiques interstitielles. Et si la vie psychique est soumise à ce point aux actions physico-chimiques, ne s'ensuit-il pas que les phénomènes psychiques, sont eux aussi, d'ordre physico-chimique, « au même titre que la lueur d'une lampe ou la force électro-motrice d'un couple voltaïque. »

La pathologie enfin, prouve non moins que l'anatomie et la physiologie que l'esprit n'existe pas dans la nature en dehors du cerveau. Qu'est-ce que la *paralysie générale* au point de vue anatomique ? Une encéphalite interstitielle chronique qui conduit à la destruction des éléments nerveux et à l'atrophie du cerveau. Cette lésion n'a-t-elle pas suffi pour changer le caractère et conduire le malade au gâtisme le plus achevé ?

Ne peut-on pas *dérégler* l'intelligence ? Sous l'action de l'alcool, du chloroforme, du hachich, de l'opium, etc., « les facultés volontaires et conscientes se paralysent, et les facultés imaginatives et conceptives s'exaltent. De là une certaine dualité dans le *moi*. Il y a le *moi* qui conçoit, il y a le *moi* qui dirige. » Quand l'équilibre vient à manquer entre les deux, le désordre est inévitable, et les illusions en sont la conséquence nécessaire. L'homme est livré sans frein à une activité cérébrale désordonnée, qui ne lui permet ni modération, ni réflexion, et qui en fait un maniaque et un fou (CH. RICHET, *L'Homme et l'Intelligence*, p. 147). Partout où l'observateur a vu la pensée, il l'a trouvée associée au système nerveux. Essayer d'envisager l'esprit comme une force existant indépendamment de la matière, dit MAUDSLEY, n'est pas moins insensé que de vouloir considérer la gravitation ou l'affinité chimique comme des forces séparées de

la matière, dont les changements sont les seules données qui nous les révèlent. Quant à exiger du physiologiste le dernier mot sur la nature de l'esprit, c'est une prétention pour le moins exagérée, alors que ceux qui font une telle demande seraient fort embarrassés si on la leur posait à eux-mêmes pour l'électricité, la pesanteur, etc. — Nous connaissons l'enchaînement uniforme et inévitable des antécédents et des conséquents en physiologie cérébrale comme vous les connaissez en électricité, physiciens; en mécanique, mathématiciens : en histoire et en sociologie, historiens et philosophes, mais rien de plus. Cessez donc de nous demander une preuve que vous êtes incapables de fournir vous-mêmes dans votre propre sphère (1).

« Vivre, c'est sentir »... Le développement du système nerveux marche de pair avec le degré de perfectionnement des organes des sens dans la série... C'est que les uns sont faits pour l'autre. A quoi serviraient des sens perfectionnés sans un organe récepteur (cerveau) incapable de percevoir les nuances, si délicates et si multiples, transmises par des organes sensoriels très affinés?

Tout acte mental, pour être accompli, demande un certain temps, donc il a lieu dans un milieu résistant, étendu; c'est donc un mouvement. A chaque fois qu'une cause occasionnelle entre en jeu, le moi est modifié par la sensation, que nous le voulions d'ailleurs ou non, et cette modification du moi est contemporaine d'une modification de notre substance cérébrale, ceci est absolument démontré par l'étude des antécédents physiologiques des sensations.

Si à l'exemple de Fleischl, comme l'a dit si excellemment notre savant collègue Bédart (*Leçon d'ouverture de la conférence de physiologie*, Lille, 1893), nous mettons à nu le cerveau et que nous mettions la surface de cet organe en communication avec un galvanomètre très sensible au moyen d'électrodes impolarisables, nous verrons que si l'on ferme le circuit, il se produit quelques oscillations insignifiantes. Mais vient-on à placer les électrodes sur les *centres visuels* du lobe occipital, et éclaire-t-on en même temps vivement un œil, il se produit une forte déviation du galvanomètre. Si on excite alors un autre sens (olfactif, auditif, etc.,) on n'obtient aucune déviation; pour l'obtenir, il faut placer les électrodes sur les points de l'écorce cérébrale qui correspondent à l'organe sensoriel excité.

Parallèlement, pendant l'anesthésie chloroformique, les centres sensoriels du cerveau, étant paralysés, ne perçoivent plus ; aussi les excitations de l'écorce cérébrale restent-elles alors sans effet. Au réveil, la déviation reparaît.

L'étude expérimentale confirme donc de tous points cette affirmation, que toute manifestation de l'activité mentale dépendant d'une sensation est contemporaine d'une modification physique des centres nerveux, — et comme contrôle, toute excitation sensorielle non suivie de sensation (non perçue) n'est accompagnée d'aucune modification physique des centres nerveux.

La physique moderne nous a montré que les mouvements de transports observés dans la nature peuvent se transformer en mouvement moléculaire et réciproquement, conclusion des plus importantes, puisque cette loi de l'*unité des forces physiques*, établit que les phénomènes les plus divers, comme l'électricité, la chaleur, la lumière, le son sont dus à des causes de même espèce, réductibles, transformables les unes dans les autres, et par conséquent, identiques dans leur essence. Ce sont tous des mouvements de rapidité, d'intensité ou de direction variées, et les différences si marquées que nous

(1) La science explique tous les faits intellectuels, comme le dit L. Liard (*La science positive et la métaphysique*, p. 75), non sans doute à la manière de la métaphysique qui réclame la raison dernière et absolue des choses, mais à la manière de la physique, qui ne réclame que leur cause seconde et profonde. En se conduisant ainsi elle diffère du tout au tout de la métaphysique qui, en s'appuyant, non sur les choses de notre monde sensible, mais sur de prétendues idées nécessaires, plonge dans l'inconnaissable et l'indémontrable.

établissons entre eux, tiennent surtout à la diversité de nos appareils sensoriels qui les perçoivent et les transforment. Ainsi un même excitant, l'électricité, appliqué sur le nerf optique, donne des sensations visuelles; appliqué sur le nerf acoustique, des sensations auditives; appliqué sur la langue, des sensations de goût, etc. D'autre part, la lumière, l'électricité, la pression, agissant sur l'œil, donnent toujours lieu à un même phénomène, qui est la sensation lumineuse. Il n'y a point de couleur rouge ou de couleur verte *en soi*; il n'y a que des vibrations lumineuses de vitesse et d'ondes variables. Notre œil, notre oreille, nos organes du tact *sont accordés* pour certaines vibrations, pas pour d'autres. Au-dessus de 700 billions de vibrations par seconde (correspondant aux rayons violets), notre œil ne perçoit plus la lumière, mais la fluorescence, la plaque sensible de l'appareil photographique décèlent les rayons ultra-violets que nous sommes incapables de voir. Il en est de même pour les excitations électriques si elles deviennent trop rapides. Une étincelle de 1 centimètre donne une sensation très nette de douleur; mais si avec le merveilleux dispositif de Tesla, modifié par d'Arsonval, on arrive à produire 20 à 30 millions d'interruptions et par suite d'excitations à la seconde, on n'éprouve plus aucune sensation de piqûre. Pourquoi? C'est que nous n'avons pas de terminaisons nerveuses correspondant à ce nombre de vibrations. Notre tact n'est pas accordé pour les sentir. Il y a donc des *lacunes* dans la sensibilité de nos organes des sens, et cette imperfection fait que nous ne percevons point, nombre d'influences qui agissent cependant sur nous (le magnétisme par exemple), c'est-à-dire que nous n'en avons pas conscience.

Avec L. Liard (*La Science positive et la métaphysique*, Paris, 1879, p. 49), nous pouvons dire qu'il « faut reconnaître que les seules choses dont nous ayons une expérience direct sont nos états de conscience. A parler en toute rigueur, nous ne percevons pas un monde extérieur à nous, mais nous avons conscience de sensations de résistance, de couleur, de saveur, de son, etc. » — Non-seulement « les forces de la nature sont corrélatives, mais elles sont équivalentes ». La vraie théorie des phénomènes naturels est donc la théorie mécanique. Sans doute nous ne savons pas quel rapport exact il y a entre le phénomène mécanique cérébral et le fait de conscience, mais du fait que l'un ne se produit point sans l'autre, nous savons qu'ils sont indissolublement liés. Hors de nous, tout se réduit à l'étendue et au mouvement. Tous les phénomènes de l'univers sont des phénomènes mécaniques. « Nos sensations ne sont pas les images, mais les signes des choses extérieures. » Toute sensation est le produit de deux facteurs, l'un intérieur, l'autre extérieur, qui est le mouvement. Hors de nous, un son musical est une somme déterminée de vibrations mécaniques..... et en dedans de nous c'est encore des vibrations. Physiquement, les sons ne sont que des mouvements et des nombres; « les mélodies et les harmonies qui charment nos oreilles sont des mélodies et des harmonies numériques et mécaniques, réglées par des lois mathématiques. On peut en dire autant des autres qualités sensibles. La chaleur, par exemple, n'est pas un agent matériel spécifiquement distinct du son et de la lumière; c'est un mouvement moléculaire. De même la lumière; de même aussi, sans doute, l'électricité et le magnétisme. Il n'y a qu'une quantité qui demeure constante dans l'univers : c'est la somme de l'énergie actuelle... L'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux sous l'influence de la chaleur. Les molécules n'en sont pas décomposées, mais les distances qui les séparent sont accrues. La vitesse de leurs mouvements est augmentée; de là résulte la force expansive de la vapeur (Tyndall). La chaleur et le travail mécanique diffèrent en qualité; l'unité de l'une, la calorie, n'est pas l'unité de l'autre, le kilogrammètre. Cependant, entre les deux unités il existe une liaison invariable, que le calcul a évaluée : une calorie équivaut à 425 kilogrammètres et réciproquement. Chacune de ces deux quantités peut être substituée à l'autre... Par suite, la disparition de la chaleur ou du mouvement n'est qu'apparente : à une quantité déterminée de mouvement, qui semble disparaître, est substituée une quantité équivalente de chaleur; et une quantité déterminée de chaleur, qui paraît anéantie, est remplacée par une quantité équivalente de mouvement.

Ces données sont le fondement de la fameuse théorie de la *conservation de l'énergie.*

1° Le siège de l'intelligence, c'est le cerveau. Preuve : enlevez le cerveau et du même coup toute connaissance et toute spontanéité disparaît.

On l'a cantonné dans *le lobe frontal.* Preuves : a). Est d'autant plus développé que l'animal appartient à un échelon plus élevé (1) ;

b). L'homme est d'autant plus intellectuel que son lobe frontal est plus développé.

c). Le singe à qui on a enlevé le lobe frontal a perdu de son activité et de sa pondération intellectuelle. Chez les idiots le lobe frontal est très réduit. Les lésions pathologiques de ce lobe s'accompagnent d'une certaine déchéance mentale.

La perception a lieu dans les éléments des centres psycho-sensoriels, mais l'*aperception* (entrée de la représentation dans le champ direct de la conscience) n'a lieu que par l'entrée en scène des lobes frontaux (Wundt).

2° *Elle n'est cantonnée nulle part,* mais dépend de l'intégrité du cerveau tout entier (Brown-Séquard, Goltz, etc.) ; elle a pour fondement l'ensemble des représentations sensorielles (Munk, Meynert, etc). Rien d'étonnant donc à ce que la perte d'un centre sensoriel, si elle n'abolit pas entièrement l'intelligence, la diminue tout au moins par suite de la perte des représentations ou images mentales qui fournissent ce centre et qui contribuent à l'intelligence. Dans l'écorce frontale siégeant les centres du sens cutané et du sens musculaire pour le cou et le tronc, il est donc naturel que les lésions pathologiques du lobe frontal provoquent une certaine déchéance de l'intelligence.

3. — La moelle épinière. Les centres réflexes purs.

Beaucoup de nos actions sont involontaires et inconscientes, c'est-à-dire qu'elles ne demandent pour leur accomplissement que l'intervention de la moelle épinière. Si l'on coupe la moelle au-dessous du bulbe, d'où émergent les nerfs respiratoires, toute sensibilité et toute motilité volontaire sont abolies dans les parties du corps qui se trouvent au-dessous de la section ; mais si on chatouille ou si l'on pince la plante des pieds, la jambe se retire alors. C'est ce qui arrive chez les paraplégiques qui retirent ainsi la jambe sans qu'ils s'en aperçoivent, à moins qu'ils ne voient le mouvement ; c'est ce qui se passe aussi quand on chatouille la main ou la plante du pied chez un homme endormi ou chez lequel le cerveau dort sous l'action d'un anesthésique non analgésiant ; — c'est ce que l'on reproduit expérimentalement en coupant la tête à une grenouille; c'est ce que l'on voit enfin chez les nouveau-nés anencéphales, qui, privés de cerveau et conséquemment de conscience et de volonté, n'en accomplissent pas moins les actes réflexes associés, qui sont nécessaires dans l'acte de crier et de téter.

Mais l'étude de l'action réflexe a été poussée plus loin. Si sur une grenouille décapitée on met une goutte d'acide sur sa cuisse, elle essaie d'essuyer l'acide avec le pied de la même jambe ; vient-on alors à couper ce pied et applique-t-on à nouveau un peu de corrosif au même point, la grenouille essaye de l'essuyer de nouveau avec la même jambe, mais n'y parvenant plus, elle renonce bientôt à ses inutiles efforts, et comme

(1) Sur le poids du cerveau dans les espèces et dans les races humaines, voy. *Todd's Cyclopedia of Anatomy,* vol. III, p. 623 et 662.

après une réflexion, elle se met à essuyer l'acide avec le pied du côté opposé. Puis, la grenouille reste immobile des heures entières, sans faire un seul mouvement spontané. Pour la mettre en mouvement, il faut porter sur elle une nouvelle irritation. Lui étreint-on la patte dans une pince, elle fait un saut, c'est-à-dire qu'elle fuit.

Cette expérience qui nous donne le spectacle de mouvements combinés, coordonnés et ordonnés pour atteindre un but spécial, a conduit certains auteurs à penser qu'il y avait une certaine *conscience* dans la moelle épinière. Mais la grenouille qui agit ainsi, n'agit pas plus intentionnellement, pas plus consciemment que l'anencéphale qui cherche le sein de sa mère pour têter. Si réellement la grenouille avait conscience de la patte qu'on lui a coupée, essayerait-elle encore de s'en servir? Non, la grenouille dans les mouvements de défense précédemment rapportés, agit aveuglément et nécessairement, en vertu d'un mécanisme préétabli dans la moelle épinière et qui ne sort pas de l'ordre des mouvements réflexes associés, combinés, coordonnés et acquis peu à peu par l'habitude, et en partie acquis aussi par l'hérédité.

Chez la grenouille décapitée, le stimulus persistant, excite d'autres mouvements réflexes, l'ébranlement nerveux s'irradie et de nouveaux mouvements réflexes succèdent aux premiers et qui auraient été employés dans la succession des actes, si l'animal avait conservé son cerveau.

D'ailleurs quand nous exécutons un mouvement volontaire, si nous en connaissons la direction générale, l'exécution elle-même en est abandonnée au mécanisme physiologique des centres moteurs de la moelle épinière.

La partie principale d'un acte volontaire, est en effet l'action automatique de la moelle, et la volonté, dans l'accomplissement de ses actes, dépend absolument du mécanisme réflexe organisé dans la moelle, tandis que ce dernier n'a pas besoin de la volonté pour agir. Donc l'action consciente a besoin de l'action automatique pour se manifester, tandis que l'action automatique n'a pas besoin de se manifester, pour elle la conscience est un luxe. Cette organisation réflexe dans la moelle est préparée de longue main par l'expérience et l'éducation, et nous héritons de ses rouages, pour ainsi dire tout préparés.

Comme le dit Maudsley, « il faut avoir bien présent à l'esprit, que le nerf afférent est apte à recevoir une certaine impression et à la transmettre au centre nerveux ; que l'impression une fois produite est transmise avec ou sans conscience ; que lorsque l'impression arrive au centre, elle en éveille l'énergie latente, que nous en ayons conscience ou non ; et que cette énergie agit ensuite sur le nerf moteur, et met en activité, selon le cas spécial, tel ou tel muscle, qu'il nous serait impossible de choisir au moyen de la conscience » et de la volonté. — Et comme toute impression laisse après elle, une trace, une empreinte dans les rouages nerveux qui sert à enregistrer l'expérience et y subsiste à titre de substratum d'un mouvement potentiel ou à titre d'énergie latente, il s'ensuit que la modalité fonctionnelle s'incruste peu à peu, pour ainsi dire, dans la moelle épinière. Il en résulte, pour l'avenir, une tendance à la répétition des mêmes actes, tendance renforcée à chaque répétition. Plus la voie est frayée, plus elle est battue, plus l'excito-motricité y chemine avec facilité. C'est pourquoi nous devons vouloir et étudier longue-

ment au début la plupart de nos mouvements avant d'être à même de les répéter avec facilité et précision. Et encore cela n'arrive pas par la volonté, mais à force d'imiter maladroitement le mouvement, que nous finissons par accomplir avec exactitude. et il n'est jamais si bien réglé, si exact et si juste, que quand il est devenu automatique et inconscient. C'est ainsi, qu'après beaucoup d'efforts volontaires, nous acquérons la faculté d'accomplir des séries d'actes simultanés dont nous ne nous apercevons plus, tant nous les répétons naturellement. L'acte de marcher, par exemple, devient de cette façon automatique à un point tel, qu'un homme absorbé par de profondes méditations, peut continuer à marcher sans en avoir conscience, sans savoir la route dans laquelle il s'engage, et se trouver, en sortant de sa rêverie, partout ailleurs qu'à l'endroit où il avait l'intention de se rendre.

Il en est de même chez beaucoup d'épileptiques qui. atteints de ce que l'on a appelé le *petit mal*, continuent sans en avoir conscience et tout à fait automatiquement, l'action commencée au moment où l'attaque de petit mal les a surpris. TROUSSEAU cite le cas d'un architecte qui continuait à courir avec rapidité sur les échafaudages où il se trouvait au moment d'une attaque de petit mal en criant à haute voix son propre nom. Jamais un accident ne lui était arrivé. Au bout d'un instant il reprenait ses occupations et donnait ses ordres aux ouvriers. A moins qu'on ne lui eût dit plus tard, il n'avait aucune idée, comme le somnambule, de son étrange conduite pendant l'attaque.

Il est amplement prouvé que les facultés animales de la moelle épinière ne sont point innées, mais graduellement acquises par l'expérience répétée; leur développement est une bonne preuve du progrès de l'adaptation de la nature humaine au monde extérieur. Cependant, il faut ajouter que l'hérédité a préparé la moelle pour l'accomplissement des mouvements associés, puisque avant toute expérience, l'enfant est capable de combiner les mouvements requis pour pleurer, respirer, tousser, dès que ces actes sont sollicités par les circonstances. — Cette hérédité des facultés médullaires conduit à l'instinct ou habitude fixé par hérédité.

En résumé, la moelle possède ce pouvoir de rétention que dans les centres nerveux supérieurs, nous appelons la mémoire ; que, en vertu de ce pouvoir, un acte qui s'acccomplit pour la deuxième fois conserve quelque chose qui provient du premier accomplissement, et s'effectue avec plus de facilité; que la faculté ainsi acquise est renforcée par l'exercice, au point de devenir tout à fait automatique ; en dernier lieu, qu'une association de mouvements s'*organise* dans les centres, de telle sorte que des mouvements souvent exécutés ensemble finissent par être si intimement associés qu'il est difficile et même impossible de les séparer, exactement comme les idées associées dans les centres cérébraux supérieurs (MAUDSLEY). La moelle épinière exécute bien les actes, simples ou complexes, qui sont innés ou acquis, mais aussitôt qu'on lui demande d'exécuter des mouvements nouveaux, elle se montre maladroite et il lui faut un apprentissage défini pour intégrer en elle-même et exécuter convenablement ces nouveaux mouvements.

La moelle épinière n'a pas que cette activité intermittente, activité réflexe de la vie animale ; elle a de plus une activité continue sur les organes de la vie organique. C'est elle qui maintient les sphincters dans leur tonus

normal ; c'est elle qui règle les échanges organiques par les nerfs vaso-moteurs qui maintiennent les petits vaisseaux sanguins dans un état de tonus convenable et approprié au fonctionnement des organes, puisque cette double tonicité disparaît à l'instant quand on détruit la partie de la moelle qui donne naissance aux nerfs moteurs correspondants, ou lorsqu'on coupe les racines des nerfs sensitifs similaires (ce qui prouve que la tonicité vasculaire et celle des sphincters sont de nature réflexe).

Chez les animaux supérieurs, la constitution fondamentale, en quelque sorte schématique, de la moelle épinière, n'est pas d'une autre nature que celle des Vers ou des Arthropodes. Dans les uns comme dans les autres, la moelle épinière est représentée par une chaîne de ganglions dont chacun est uni à celui qui le précède et à celui qui le suit par des connectifs. Seulement, chez les Vertébrés, cette chaîne nerveuse ganglionnaire, cette espèce de chapelet nerveux rachidien, n'est plus reconnaissable à première vue à cause de la coalescence des ganglions. Mais malgré cela, l'anatomie comme la physiologie démontrent que l'on peut décomposer la moelle en segments superposés, segments métamériques, dont chacun consiste en un groupe de cellules nerveuses associées, et se trouve en relation avec les deux racines antérieures ou motrices et les deux racines postérieures ou sensitives des nerfs rachidiens, ainsi qu'avec les mêmes systèmes des éléments analogues placés au-dessus et au-dessous. On conçoit comment, dans de semblables mécanismes, une excitation portée sur le nerf afférent ou sensitif, peut être immédiatement réfléchie par le nerf efférent ou moteur correspondant, ou bien passer dans les autres systèmes de façon à provoquer des mouvements associés automatiques, ou encore poursuivre son chemin et atteindre les centres bulbo-protubérantiels ou émotionnels, et même monter plus haut et arriver aux centres d'idéation, de conscience et de volonté.

Toute la vie est une succession de mouvements succédant à des excitations extérieures ou intérieures, mouvements provoquant des excitations nouvelles qui, à leur tour, sollicitent de nouveaux mouvements et ainsi de suite, et tous ces mouvements, en vertu de la sélection naturelle, sont adaptés à un but qui est la vie de l'être et de l'espèce.

De même que la tête de l'abeille séparée du reste du corps est encore capable de sucer le miel ; de même que son corps séparé de la tête se redresse si on le met sur le dos ; de même que son abdomen séparé du reste peut encore sortir et rentrer son aiguillon, de même dans l'étendue de la moelle épinière sont localisés une série de centres coordinateurs de mouvements divers.

Mais comment ce mécanisme nerveux, instrument de l'action et de la réaction entre l'individu et le monde extérieur, arrive-t-il à produire une énergie souvent si grande sous l'action d'une impression en apparence parfois si petite ?

Il faut remarquer que si les nerfs sont de simples fils conducteurs de l'impression ou de la motricité, la cellule nerveuse, au contraire, est un centre de structure très complexe et de constitution chimique très instable. Ce centre est doué de la faculté de dégager l'énergie qu'il renferme à l'état potentiel, sous le coup d'un stimulus convenable, que celui-ci vienne de l'extérieur (impression externe), ou de l'intérieur (sentiment).

Ce stimulus provoque un mouvement moléculaire plus énergique dans la

cellule nerveuse centrale; il y a, pour ainsi dire, une sorte d'explosion d'énergie moléculaire qui se propage dans les centres voisins associés avec celui qui entre le premier en jeu et l'énergie se propage dans tous les sens en se multipliant. S'il est vrai « que la combustion d'une demi-livre de charbon produise une quantité de calorique équivalant à un travail mécanique suffisant pour élever un homme de poids moyen à la plus haute cime de l'Himalaya », on comprendra facilement que la combustion des composés complexes de carbone, qui se trouvent dans la substance nerveuse, suffit à expliquer la force déployée au moment du fonctionnement de la machine animale. — Aussi, la cellule nerveuse doit-elle incessamment réparer ses matériaux de combustion et pourvoir à son usure en renouvelant constamment ses principes constituants. C'est pour cela qu'un sang pauvre trouble si profondément le jeu de la moelle (mouvements musculaires, vivacité des réactions) et du cerveau (travail mental, énergie de la pensée); c'est pour cela que l'interruption de la circulation dans un segment de moelle ou de l'encéphale paralyse aussitôt toute la région innervée par ces segments, abolissant ici telle ou telle fonction (mouvement volontaire, parole, etc.), détruisant là d'autres fonctions excito-motrices. Mais il y a plus, l'action de la cellule nerveuse ne saurait être continue; il lui faut au bout d'un certain temps, une période de repos, comme si elle avait besoin de récupérer l'énergie qu'elle a dégagée et qui s'est dépensée pendant l'activité. C'est ce qui se passe d'une façon remarquable dans l'épilepsie et dans l'empoisonnement par la strychnine, où les phénomènes convulsifs n'apparaissent pour ainsi dire que par explosions successives et distancées. On conçoit dès lors combien il faut épargner au système nerveux toute cause d'irritation, d'insuffisance ou d'exagération fonctionnelle. A ce point de vue le *surmenage intellectuel*, chez les enfants, doit attirer tout particulièrement l'attention des pédagogues.

Un petit éclat de verre méconnu qui a blessé un nerf dans une coupure de la main peut provoquer de fortes attaques d'épilepsie (Dieffenbach), qui cessent lorsqu'on a réouvert la plaie et enlevé le corps étranger. Quelques chiquenaudes frappées sur le ventre d'une grenouille suffisent à arrêter son cœur (Goltz); des vers intestinaux produisent des convulsions chez les enfants; une hypérémie constante ou une anémie persistante des centres nerveux troublent profondément le fonctionnement de tout l'organisme. Je n'ai pas besoin de dire que toute interruption dans les appareils nerveux conduit à la paralysie, c'est-à-dire à l'abolition de la fonction, qui correspond à la partie détruite du mécanisme, et je termine en rappelant que l'interruption des conducteurs entre la moelle et le cerveau supprime l'action de ce dernier sur la moelle, c'est-à-dire l'action d'arrêt et de contrôle que l'encéphale exerce sur les centres nerveux placés au-dessous de lui (1).

A côté des réflexes purement médullaires, il y a ce que l'on a appelé

(1) Le cerveau exerce une action modératrice sur les mouvements réflexes médullaires (v. plus haut). Cette action d'arrêt, l'écorce du cerveau l'exerce sur les ganglions moteurs du cerveau. L'attention suffit pour troubler la régularité des mouvements de la marche, de la respiration, etc.; cette influence modératrice peut, non seulement contrôler les mouvements, mais les émotions et les idées elles-mêmes. La volonté a été considérée à juste titre comme une action d'arrêt, comme une force susceptible d'inhiber les mouvements excito-moteurs.

des *réflexes psychiques*, dont le caractère essentiel est qu'ils sont *sensoriels*, c'est-à-dire qu'ils relèvent d'une excitation de nos sens. Ces réflexes sont involontaires et plus ou moins conscients. Nous voici au cirque, un gymnasiarque tombe de son trapèze perché à 20 mètres du sol, notre sang ne fait qu'un tour, et le rythme cardiaque de beaucoup de spectateurs s'accélère : cette accélération du cœur est involontaire et ne se fait que parce que l'on a eu la notion du danger que court le gymnasiarque. De même le rire, les larmes, les mouvements provoqués par le dégoût (nausées), par la peur (contraction intestinale, arrêt de la sécrétion salivaire, chair de poule), etc., sont des réflexes psychiques. Il en est de même de l'arrêt du cœur ou de la respiration sous l'influence d'une vive émotion. Mais ici ce n'est plus un réflexe de mouvement, c'est un *réflexe d'arrêt* ou d'*inhibition*. Il est, en effet, tout un groupe d'actes réflexes qui, au lieu de conduire à un mouvement, conduisent à l'arrêt d'un mouvement. Vous excitez fortement le nerf pneumogastrique (bout périphérique), le cœur s'arrête; vous irritez énergiquement le nerf laryngé supérieur (bout central), la respiration s'arrête aussitôt. Or, l'action d'arrêt est considérable dans la vie psychique, et à chaque instant le cerveau, soit par l'excitation psychique, dite *volonté*, soit par une excitation sensorielle qui met en jeu son activité, modère ou inhibe les actes réflexes. D'ailleurs toute excitation forte d'un nerf de sensibilité, en même temps qu'elle va dans le cerveau provoquer une sensation de douleur, s'irradie, d'autre part, dans la moelle et le bulbe, et se réfléchit de là sur le cœur qu'elle arrête, sur les artères dont elle abaisse la pression du sang, sur la pupille qu'elle dilate.

4. — Le bulbe rachidien et la protubérance annulaire. Les réactions sensorielles et les instincts.

Les *réactions sensorielles* se divisent, comme les mouvements réflexes, en *réactions automatiques primitives* et en *réactions automatiques acquises*. Comme exemples des premières, nous donnerons la contraction des pupilles et l'abaissement involontaire des paupières lorsqu'un rayon lumineux frappe l'œil, le retrait rapide de la main touchée à l'improviste par un corps brûlant, les cris produits sous l'influence d'une forte douleur, la toux, l'éternuement, le bâillement, les mouvements de succion des lèvres du nouveau-né, etc. ; comme exemples des mouvements acquis de ce genre, le maintien de l'équilibre pendant la marche, la course, la danse, l'action de nager, de monter en bicyclette, d'articuler les sons (parole), de déchiffrer de la musique en pensant à autre chose, etc. — L'ajustement de l'œil aux différentes distances qui a lieu avec tant de célérité et de précision, s'effectue au moyen d'un changement de convexité du cristallin; il a lieu en réponse à une sensation visuelle, et n'a rien ni de conscient ni de volontaire. Les *actions instinctives* appartiennent à cette catégorie. Le petit poulet n'a pas besoin d'*apprendre* à attraper les insectes avec son bec et n'a pas besoin

d'*avoir appris* le gloussement d'une poule pour les reconnaître ; le petit canard n'a pas besoin d'*apprendre* à nager. La simple impression sensorielle, la vue dans un cas, le son dans l'autre, a suffi; c'est là le ressort qui fait agir automatiquement les muscles appropriés en vertu d'une nécessité physique, l'habitude transmise par l'hérédité et fixée par la sélection naturelle. C'est pour cela que des poulets couvés par une cane, ne se laissent pas persuader que l'eau leur convient, pas plus que les petits canetons couvés par une poule ne sont effrayés de la consternation de leur « mère » quand ils vont « d'instinct » se jeter à l'eau pour la première fois. Ce faisant, poulets et canetons ne font qu'obéir à leur nature, ne font que réagir inconsciemment d'après un mécanisme organisé pendant de longues époques pour adapter les uns à la vie aquatique, les autres à la vie terrestre. Si nous pouvions pénétrer dans les ressorts secrets du mécanisme nerveux, nous verrions, sans doute, que ces actions sont aussi physiques, aussi nécessaires, que les mouvements de la pierre qui tombe quand on l'abandonne du haut d'une tour ou que ceux du piston et des roues d'une machine mue par la vapeur. Il n'est pas plus étonnant, comme le dit MAUDSLEY, de voir les petits canards nager et les poulets se noyer que de voir le bois flotter et le fer s'enfoncer.

L'instinct a donc sa racine dans l'action réflexe pure, puisque ce n'est qu'une habitude qui a été fortement fixée par la sélection naturelle et transmise par l'hérédité ; il ne diffère des actions réflexes pures que par la complication de ses réactions. Mais il peut aussi prendre sa source dans des actes primitivement intelligents, acquis par l'expérience et l'éducation, car nous savons que nombre d'actes primitivement conscients et voulus deviennent inconscients et automatiques par la répétition. Il ne se développe pas autrement que les organes et les autres facultés. Une variation en rapport avec une sollicitation extérieure survient ; cette variation adapte mieux l'animal au milieu dans lequel il vit, elle est pour lui un avantage dans la lutte pour l'existence, elle survit et se transmet par la sélection naturelle et l'hérédité. C'est ainsi que les instincts les plus complexes se forment et se développent. C'est ainsi que, de hurleur qu'il était comme le loup, le chien est devenu aboyeur, c'est ainsi que le jeune chien de chasse, à qui on ne l'a jamais appris, tombe en arrêt la première fois qu'il rencontre un perdreau. Et non seulement les instincts sont *actionnés* par les stimulus extérieurs, mais ils le sont aussi par les stimulus internes, sorte de *sens organique*, comme cela se voit d'une façon si évidente au moment de la révolution mentale amenée par le développement des organes génitaux à la puberté.

Chez tous les animaux le pouvoir réflexe est le même, mais chaque animal a sa réaction propre, son allure particulière. Toujours la réaction est déterminée par l'irritation, mais la *forme* de la réponse à l'irritation est déterminée par l'organisation nerveuse et musculaire de l'animal, et cette réaction n'a pas été installée par une intelligence supérieure ; non, la sélection naturelle explique bien comment les réactions de l'animal sont nécessairement adaptées à la conservation de son existence. Au début de la vie tous les êtres ont une réaction analogue. Qui a vu un petit enfant en a vu cent mille : pleurer, agiter les mains, téter, dormir, voilà la vie de tous. Qui a vu un crabe les a vus

tous. Au contraire, PAUL ne réagit pas comme PIERRE sous l'influence de la *même* excitation, et s'il en est ainsi c'est en vertu de l'acquisition des souvenirs, acquisitions extrêmement variables d'un homme à l'autre.

Il n'y a point de mouvement sans excitation, soit externe soit interne, quelque faible qu'on la suppose ; il n'y a donc pas de *mouvement spontané*. Un tel mouvement, du reste, serait une absurdité, puisqu'il serait un effet sans cause.

Les *mouvements instinctifs* ne dérogent pas à cette loi, mais ce qui les caractérise c'est l'enchaînement et la succession, et de plus, la spontanéité apparente. Mais au fond l'instinct dérive de l'acte réflexe auquel il reste attaché d'une façon indissoluble. Entre eux il n'y a qu'une différence : l'acte réflexe est proportionnel à l'irritation, tandis que l'acte instinctif peut n'être provoqué que par une irritation si faible que l'acte paraît presque spontané : l'acte réflexe est une réaction simple, uniforme, tandis que l'instinct indique toute une série d'actes compliqués, s'enchaînant les uns les autres, et variant d'une espèce à l'autre. Mais acte réflexe et acte instinctif sont l'un et l'autre fatalement liés à l'organisation de l'être, adaptés l'un et l'autre à ses conditions d'existence.

L'oiseau qui fait son nid, l'araignée qui tisse sa toile ou l'abeille qui porte son miel dans la ruche, nous semblent accomplir des faits merveilleux. Cependant ce ne sont là que des actions mécaniques, automatiques, qui ne sont ni raisonnées, ni voulues. Ce sont des actions fatales, qui seront demain ce qu'elles étaient hier, et dans lesquelles l'animal poursuit son œuvre comme une horloge achève sa course. Quelle est la raison des instincts ? Un acte, à force de se répéter, constitue une habitude ; l'habitude crée un certain courant organique, un mécanisme qui s'incarne dans l'organisation, et une fois incarné, ce mécanisme se propage par l'hérédité. L'instinct est acquis par l'habitude, transmis par l'hérédité et toutes ces variétés, quelqu'admirables qu'elles soient, sont dues à des milieux différents agissant sur des natures réceptrices différentes. Voilà pourquoi l'oiseau fait son nid, pond, puis couve, puis nourrit ses petits un certain temps, puis vole vers de nouvelles amours, et ainsi de suite, avec une inexorable fatalité. « C'est le milieu qui fait l'instinct, comme c'est le milieu qui fait la forme extérieure de l'être, qui lui donne des ailes ou des nageoires, un venin ou un aiguillon, des dents ou des défenses... Il n'est pas plus difficile de savoir pourquoi l'oiseau construit un nid que de savoir pourquoi il a des ailes. » (CH. RICHET).

Etroitement appropriés à la vie de l'être et à la vie de l'espèce, les instincts ne sont que de purs actes mécaniques déterminés par la sélection naturelle et dans lesquels l'intelligence n'a rien à voir. L'intelligence n'est pas héréditaire (il n'y a que les aptitudes qui soient héréditaires) et comporte le but qu'il s'agit d'atteindre, l'instinct n'a rien de semblable.

L'instinct n'est du reste pas invariable. Il est doué d'une certaine plasticité. On a cité des modifications nombreuses d'instincts chez les insectes (abeilles, fourmis, araignées, etc.) et les oiseaux sous l'influence de l'intelligence. Je n'en citerai qu'un exemple. Un oiseau, observé par KNIGHT, couvait dans une serre chaude. Or, s'apercevant que la chaleur était suffisante pendant la journée, il quitta de couver les œufs le jour, tandis qu'il venait toujours les recouver pendant la nuit, alors que la température de la serre baissait.

Le chant, chez les oiseaux, a des caractères nettement instinctifs, puisqu'un oiseau qui n'a jamais entendu chanter un oiseau de son espèce, chante mal, mais chante cependant le chant de ses parents. Mais la force de l'imitation est si grande que beaucoup d'oiseaux apprennent le chant de leurs parents d'adoption d'espèce différente.

Du reste la domestication n'abolit-elle pas certains instincts pour en créer d'autres ?

En résumé, l'instinct est une sorte de mémoire héréditaire ; c'est-à-dire que dans l'instinct une sensation présente est perçue comme une sensation déjà éprouvée, familière, ou dissemblable, non familière. Que la sensation ait été éprouvée par l'individu lui-même ou léguée par l'hérédité, peu importe d'ailleurs. Dans ce phénomène il n'y a point idéation, il n'y a point associations d'idées ou comparaison consciente entre les deux sensations, mais la sensation passée a laissé sa trace dans les appareils nerveux de l'animal, de telle sorte que lorsqu'elle se présente à nouveau, elle ressort dans la conscience comme étant une sensation qui est connue et familière, ou au contraire par une sensation inconnue et non familière.

Les informations que nous donnent nos sens sont les fruits de l'éducation. Aussi l'aveugle-né auquel on a rendu la vue, ne peut-il rien dire en ce qui concerne la forme, la grandeur et la situation des objets qui frappent ses yeux pour la première fois. L'organe des sens parle un langage que nous avons appris à notre insu, parce que nous avons commencé à l'apprendre dès notre naissance.

Connaissons-nous l'objet que nous voyons tel qu'il est ? Quelque chose nous garantit-il qu'il ait la moindre ressemblance avec ce que nous voyons ? « Ce que nous sentons, comme le dit Maudsley, est l'effet produit dans nos centres nerveux, par l'impression externe, effet qui doit nécessairement contenir les résultats complexes de l'expérience, incarnée dans la structure acquise et différenciée des circuits nerveux ; et, si une cause interne excitait un courant sensorio-moteur semblable, nous aurions exactement la même sensation, comme il arrive dans le sommeil et dans la folie. La constitution des différents centres ganglionnaires est telle, qu'ils apportent avec eux en naissant le pouvoir spécifique de réagir sous le choc de certaines impressions provenant d'organes spécialement adaptés à les recevoir. Cette activité occasionne un dégât immédiatement réparé par la nutrition. La modification structurale se fixe, s'incarne dans la constitution des centres nerveux, où elle devient à chaque répétition plus complète et plus définie, et c'est ainsi qu'une nature acquise est graduellement *greffée* sur la nature primitive des centres nerveux, et que les sensations gagnent infiniment en variété et en complexité. »

L'esprit n'est pas une feuille de papier blanc recevant tous les signes que l'on veut bien y tracer ou un miroir qui ne fait que réfléchir l'image des objets qui se présentent devant lui. Non, il est doué d'un pouvoir plastique acquis par l'hérédité et contient en puissance des penchants et des aptitudes, autrement dit, c'est un mécanisme organisé de longue date et apte à travailler selon son organisation. En nous appropriant ce qu'il y a de semblable ou de dissemblable dans une sorte de *sensation générale*, il se fait une espèce de classification organique. Dès lors il y a dans

les centres sensoriels quelque chose de potentiel, comme qui dirait une *faculté*, qui, en présence d'une impression appropriée, rendra la sensation claire et définie, c'est-à-dire qu'elle en donnera l'interprétation (Maudsley). D'autres trajets nerveux s'approprient les éléments d'autres sensations, et ainsi se posent les fondements de nouvelles facultés. Il se fait ainsi une différenciation de cellules qui se groupent en mécanismes particuliers et répondent à l'excitation sensorielle par un mouvement approprié et lentement incarné avec la sensation elle-même, à tel point que les connexions entre la sensation et l'action deviennent si étroitement unies que les réactions « deviennent aussi automatiques que le mouvement d'une horloge. »

Les réactions coordonnées des ganglions moteurs en rapport avec l'excitation des ganglions sensoriels, sont provoquées, non seulement par les impressions externes et les impressions internes inconscientes ou conscientes pathologiquement, mais aussi par l'excitation qui descend des hémisphères du cerveau. Dans ces circonstances, l'activité cérébrale, qui vient d'en haut sous la forme d'une idée ou d'une volition, agit sur les centres moteurs dont les cellules contiennent à l'état statique la « potentialité de la réaction », comme dans le cas du simple mouvement réflexe. L'opération a lieu dans ces conditions comme lorsque l'impression frappe directement les nerfs sensitifs ou sensoriels. D'où il s'ensuit que la volonté dépend entièrement, pour sa réalisation sous forme d'acte, du mécanisme automatique, graduellement organisé dans les centres nerveux subalternes. D'où encore, elle ne peut pas, tout d'un coup, produire un nouveau mouvement sans être guidée par une sensation quelconque. Et comme l'éducation des sens et l'adaptation de leur réaction motrice s'organisent graduellement, il en résulte que la bonne organisation des sens est indispensable au bon fonctionnement de la volonté. Et cela est si vrai, qu'un simple trouble dans la vie des ganglions sensoriels, — un peu trop de sang, un sang trop pauvre, un sang adultéré, etc. — suffit pour produire une sorte de *folie sensorielle*, ici des hallucinations de la vue ou de l'ouïe, là des convulsions.

5. — Le cerveau et la pensée.

Du réflexe simple, purement médullaire, nous sommes passés au réflexe complexe, émotif. De ces actes réflexes nous allons maintenant arriver aux réflexes encéphaliques, c'est-à-dire au travail silencieux et complexe qui se traduit par l'idéation, par la pensée.

La pensée comprend plusieurs états qui sont comme le bagage de sa formation. Elle commence par la *sensation* avec notion ou avec émotion, puis elle atteint la *conscience*, la *mémoire*, l'*idée*, la *volonté*. Nous allons étudier un à un ces divers éléments de la pensée.

§ I. — La sensation et la perception.

Le matériel fondamental de la mentalité c'est la sensation. De celle-ci dérive la perception, et de la perception nous nous acheminons par des perfections successives à l'idée, au raisonnement, au jugement, et à cette faculté qui semble couronner l'édifice psychique et que l'on appelle la volonté.

La sensation résume en elle des milliers d'expériences ; c'est le symbole d'une impression précédente. Elle est un état de conscience indécomposable ; la *perception*, au contraire, suppose un processus d'interprétation mentale de la sensation au moyen de l'expérience acquise. Le mot *perception* s'applique donc à tous les cas où il existe un processus de connaissance, et à ce titre il reste correct de dire que nous percevons la couleur ou l'odeur d'une rose, que nous percevons la vérité ou l'erreur d'une proposition. La perception consiste donc à classer mentalement les sensations en fonction de l'expérience acquise : c'est la sensation, plus un ingredient mental, l'interprétation (Romanes). Comme la sensation progresse en raison des différenciations nerveuses (cerveau et organes des sens), la perception progresse à mesure que la sensation s'élève. Elle suppose la mémoire, — car sinon la comparaison d'expériences passées ne serait pas possible, — et on conçoit qu'elle aboutisse dans ses phases élevées à l'*imagination* et au *raisonnement*.

Dans sa première phase, la perception consiste à reconnaître par les sens un objet avec ses relations dans l'espace et dans ses rapports avec l'organisme qui le perçoit. Dans une seconde phase, la perception est représentée par la connaissance des analogies ou des différences dans les qualités élémentaires (forme, couleur, dimensions, poids, repos, mouvement, etc.), d'un objet analogue à l'expérience passée. Dans une troisième phase de la perception, il se fait un groupement mental dans les qualités, c'est-à-dire une association des qualités objectives. Enfin, dans une dernière phase, non seulement la perception arrive à associer les sensations, mais par l'expérience passée, elle induit des qualités que lui fournit la sensation à d'autres qualités que la sensation présente serait incapable de lui fournir. C'est ainsi que si j'entends le son sinistre de la sirène, j'en induis de suite à la présence d'un navire.

Ces étapes dans l'évolution de la perception sont sans doute artificielles en ce sens qu'en réalité elles se fondent l'une dans l'autre. Cependant c'est ainsi que la perception se développe chez l'enfant à mesure que les organes qui le mettent en rapport avec le monde extérieur se perfectionnent. Partout elle est indissolublement liée à la mémoire et comme celle-ci elle est héréditaire. La perception profite donc des expériences ancestrales. Les instincts le démontrent pleinement. — Que savons-nous de la *physiologie de la perception* ?

La seule différence connue au point de vue physiologique entre une activité nerveuse consciente et celle qui ne l'est pas, c'est une différence dans la durée du travail qui s'effectue dans les rouages sensitivo-moteurs.

C'est ainsi que le « temps de réaction » entre l'excitation et la réponse est, en général, pour le toucher, 1/7, — pour l'ouie, 1/6, — pour la vue, 1/5 de seconde (Donders). D'autre part, tandis que Helmholtz et Baxt montraient qu'une perception visuelle compliquée demande plus de temps de pose pour la rétine qu'une perception simple, Exner, Donders, Kries, Auerbach, faisaient voir que le temps nécessaire à l'opération mentale consistant à résoudre un dilemme est plus long que le temps nécessaire pour signaler une perception simple d'une période variant de 1/5e à 1/20e de seconde. On sait aussi que le temps nécessaire à la perception pour les différents sens varie également selon les individus (équation personnelle) que l'exercice réduit beaucoup le temps physiologique nécessaire à l'exécution des processus mentaux, et que ce temps plus considérable chez les ignorants que chez les gens instruits, est à son maximum chez les idiots (1).

Toute force extérieure est capable d'exciter et de mettre en jeu l'irritabilité cellulaire. C'est ainsi que les forces naturelles agissent sur nos sens et impressionnent les organes sensoriels (tact, ouïe, œil, etc.). L'impression qui en résulte chemine le long des nerfs sensitifs et aboutit aux éléments cellulaires des centres nerveux ou elle donne lieu à la sensation, c'est-à-dire à un ébranlement nerveux, qui peut être conscient ou inconscient. Conscient, c'est la *perception;* conscient avec attention, c'est l'*aperception.*

La sensation n'est pas proportionnelle à l'impression; il est vrai que la réponse à l'irritation est d'autant plus forte que l'irritation est plus intense, mais il faut ajouter que la sensation ou réponse à l'impression croît comme le logarithme de l'irritation (Weber, Fechner).

La réponse à l'impression est un mouvement en forme d'onde, qui a une période latente très courte, une période d'ascension rapide, et une période de descente si prolongée qu'elle ne cesse pour ainsi dire jamais; de telle sorte qu'une sensation qui a ébranlé le système nerveux ne s'efface pas complètement et laisse après elle une empreinte indélébile qui est une sorte de mémoire organique qui pourra la faire reparaître sous la forme de souvenir ou d'image.

L'intensité de la sensation, comme celle du mouvement de réponse, est, d'une part, fonction de l'irritant, d'autre part, fonction de l'excitabilité de l'appareil récepteur; la réponse est d'autant plus forte que l'irritation a été plus soudaine, mais d'autant plus vive aussi que l'élément

(1) La réaction consciente demande plus de temps pour se produire que la réaction réflexe pure. Ce temps de réaction (vitesse des processus psychiques) a été mesuré par Donders, de Jaager, von Wittich, Wundt, Exner, Auerbach, Buccola, Ch. Richet, Féré, etc. — Pour le *son* (le signal de la perception est donné avec la main) ce temps est de 0,136 à 0,167 de seconde ; pour la *lumière*, de 0,15 à 0,224 de seconde ; pour les *saveurs*, de 0,15 à 0,23 de seconde ; pour les *odeurs*, de 0,2 à 0,5 de seconde ; pour les *excitations tactiles*, de 0,133 à 0,201 de seconde, l'impression du *froid* étant plus rapidement perçue que celle du *chaud* (Goldscheider), la *pression* plus vite que le chaud (Vintschgau et Steinach, etc.) — Mais l'intensité de l'excitation, l'attention, l'exercice, l'attente d'une excitation connue d'avance *abrègent* le temps de réaction. Au contraire, le temps de réaction est *allongé* quand les excitations sont très fortes (Ch. Richet, etc.), et quand il s'agit de discerner des sensations complexes (Helmholtz et Baxt, etc.). La *durée de la perception* est, pour un nombre de 1 à 3 chiffres, de 0,015 à 0,035 de seconde (Tigerstedt et Berquist). Pour que deux excitations qui se succèdent rapidement soient perçues, il faut aussi un certain temps, qui est pour l'oreille de 0,002 à 0,0075 de seconde, pour l'œil de 0,044 à 0,047 de seconde, pour les organes du tact de 0,0277 de seconde (Landois).

impressionné est plus excitable. Voilà pourquoi nous réagissons chacun en face d'un événement donné d'une façon variable et selon notre nature. Il faut ajouter enfin, que l'attention accroît énormément l'intensité de la sensation. Fixer notre attention sur une sensation, c'est la rendre plus forte, plus durable; c'est permettre aux muscles d'entrer en jeu pour la renforcer encore; c'est développer la conscience et la mémoire sans lesquelles la sensation reste très imparfaite. Sans l'attention, la sensation reste vague, confuse et n'effleure même pas la conscience; avec elle, elle devient franchement perçue, consciente. — L'attention, du reste, accroît aussi l'impressionnabilité de l'appareil récepteur.

Les nerfs et les centres nerveux sont dans un état d'équilibre qu'à chaque instant une excitation extérieure ou intérieure (sentiment) vient détruire. Or, l'excitation d'un nerf en dernière analyse n'est pas autre chose qu'un changement d'état de ce nerf, et une rupture d'équilibre. La sensation peut donc être considérée comme une force de dégagement, résultant de la différence entre la force d'excitation et la force de tension des nerfs. (Voy. Ch. Richet, *L'homme et l'intelligence*, p. 17).

Le nombre des excitations nécessaires pour amener une perception ou un mouvement, est inversement proportionnel à l'intensité et à la fréquence de ces excitations, loi en tout semblable à celle qui se dégage de l'étude du travail musculaire.

Dans un nerf, la transmission de l'excitation se fait comme dans un nerf que parcourt un courant électrique : dans les centres nerveux, au contraire, l'excitation produit un ébranlement analogue à la vibration d'une cloche qui continue à résonner longtemps après qu'elle a été frappée. La sensation sensitive, comme la sensation douloureuse, exige un temps appréciable pour se produire, mais toujours la première est en avance sur la seconde, parce que la douleur est le résultat de l'accumulation dans les centres nerveux d'une série d'excitations sensitives qui vont *vibrer* les éléments nerveux bien au-delà de la cause qui les a engendrées. (Voy. Ch. Richet, *Loc. cit.* p. 30-32).

La sensation est tantôt une source de connaissance, tantôt une source d'émotion, le plus souvent les deux à la fois. Il est bien sûr que nous ne prenons connaissance du monde extérieur qu'avec nos sens. C'est là une sensation avec notion. La sensation émotionnelle est de deux catégories : le plaisir d'un côté, la peine de l'autre. La première peut être vraie ou fausse; la seconde du seul fait qu'elle existe, est vraie. A l'état normal, quantité de sensations émotionnelles ébranlent nos centres nerveux sans atteindre la conscience. — Toutes les sensations qui nous viennent de notre corps, de l'estomac qui digère, de notre cœur qui bat, etc., sont de ce genre.

« Nous savons comment les sensations, d'abord purement subjectives (puisque les différences spécifiques de nos sensations objectives viennent de nous et non de l'objet), sont érigées en objets par l'intervention des lois objectives de la pensée, temps, espace, nombre, substance, cause ; c'est en les localisant à la suite les unes des autres, et en dehors les unes des autres, c'est en attribuant à ces représentations successives et simultanées des quantités déterminées, en les reliant les unes aux autres en un système unique où chaque partie est déterminée par les autres, que nous en faisons des objets de pensée. L'univers ainsi représenté et pensé est donc relatif au temps, à l'espace, au nombre, à la substance et à la cause. Quelle chimère que de vouloir en faire un absolu ! » (L. Liard, *Loc. cit.* p. 326).

§ II. — La mémoire et l'imagination

La mémoire est la faculté que l'esprit possède de ressusciter les perceptions passées. Mais en réalité l'orsqu'une idée que nous avons eu précédemment, se représente à nouveau à l'esprit qui la reconnaît, c'est simplement que le même courant nerveux se reproduit, avec la conscience que ce n'est qu'une reproduction. La mémoire s'acquiert comme les mouvements, et fortement organisée elle devient comme eux, automatique et inconsciente. C'est en somme le processus organique au moyen duquel les expériences s'enregistrent dans les centres nerveux, et *se rappeler* veut dire *ressusciter* ces expériences dans les centres nerveux supérieurs, dont l'activité est accompagnée de conscience (Maudsley). Elle s'étiole avec le corps et s'éteint avec l'extinction de la vie dans le cerveau. Elle n'est pas toujours, tant s'en faut, en rapport direct avec le degré de culture intellectuelle. On a vu des imbéciles qui pouvaient répéter mot pour mot toute une page d'un livre qu'ils avaient lue une seule fois.

Elle a son origine dans l'organisation même du système nerveux qui répond longuement à une excitation brève ; un courant électrique dont la durée est bien inférieure à un millième de seconde, peut faire sentir ses effets pendant quelques minutes. Toute excitation laisse donc une trace de son passage à travers les rouages nerveux ; le changement moléculaire qu'elle a déterminé dans la cellule nerveuse persiste et se présente comme le souvenir de l'excitation. Ce souvenir ou cette mémoire est une fixation d'images qui s'opère le plus souvent comme à notre insu. Mais ces images fixées dans la mémoire peuvent être rappelées par une nouvelle impression ou un effort de volonté (mémoire d'évocation).

L'*imagination* c'est la faculté de créer une *nouvelle* forme avec de *vieilles* choses acquises par l'expérience. Pour qu'un esprit ait l'imagination vive, qu'il soit créateur de nouveaux concepts, il faut qu'il ait une perception exacte, qu'il jouisse d'une bonne mémoire et d'une bonne faculté d'évocation ; enfin il est nécessaire qu'il soit doué de cette puissance productive qui dévoile les rapports et les liens cachés des choses.

§ III. — L'idée et la raison.

L'écorce du cerveau est comme une sorte d'énorme ganglion étalé en nappe qui surmonte les centres sensoriels et excito-moteurs ou réflexes purs, où s'élaborent les impressions en sensations, en idées, en conceptions, en émotions, en volitions. C'est dans ce vaste appareil que s'*idéalisent* pour ainsi dire les impressions sensorielles ; c'est là où elles deviennent cons-

cientes, par suite d'opérations moléculaires si intimes que nos moyens d'investigation les plus puissants n'ont encore pu les pénétrer.

Il y a dans l'écorce des centres moteurs qui desservent l'activité volontaire, et nous fournissent, pour ainsi dire, les représentations mentales ou la mémoire des mouvements associés. Ces centres sont différenciés les uns des autres, par leurs communications spéciales avec les divers centres des ganglions moteurs subordonnés qui coordonnent les mouvements. Ils sont aussi le siège des sensations musculaires (Fritsch et Hitzig), d'où ils sont les centres des *intuitions musculaires* qui donnent la force et le degré nécessaires à nos mouvements. Dans certains de ces centres s'emmagasinent les résidus des sensations musculaires d'où nous tirons nos intuitions motrices ; dans d'autres s'emmagasinent les résidus des perceptions sensorielles qui fournissent à nos idées leurs éléments fondamentaux. Ces dernières, excitées par un stimulus quelconque, déchargent le courant sur les centres psycho-moteurs, et cet acte réflexe psychique, car c'en est un, aboutit à un acte, parole, geste, etc. On peut se représenter les hémisphères cérébraux comme constitués par une infinité de centres semblables réunis les uns aux autres par des fils, ici centripètes, là centrifuges. Il en résulte qu'une foule de résidus sensoriels et moteurs, associés les uns aux autres, sont réveillés successivement ou simultanément, et viennent se corroborer ou se contrarier les uns les autres. C'est pourquoi l'énergie dégagée, qui pourtant n'est au fond qu'une restitution, ne représente pas seulement l'impulsion réfléchie, mais un effet moteur grossi par les épargnes précédentes ou sensations emmagasinées dans les circonvolutions, c'est-à-dire éclairé par l'expérience, et partant la raison.

Les idées sont donc le résultat de vibrations dans des arcs nerveux, comme le son que rend une corde de piano ou de harpe est la conséquence de l'ébranlement de cette corde. Plus les mêmes vibrations se répètent dans un arc donné, plus elles y deviennent faciles et plus elles ont de tendance à se répéter, comme si chaque fois elles y laissaient leur empreinte.

Les idées naissent donc de deux façons : de la sensation directe extérieure, ou de la sensation interne ou remémorée. La première catégorie est plus vive que la dernière ; en d'autres termes la *présentation* a plus de force que la *représentation*. Cependant en concentrant l'attention sur une idée évoquée par des causes internes, nous pouvons la rendre beaucoup plus vive, de la même façon que nous exaltons une émotion à l'aide des gestes qui lui correspondent.

Il suffit de donner à un sujet hypnotisé une attitude gaie pour qu'aussitôt sa physionomie exprime la joie ; il suffit de lui mettre le bras dans l'attitude de l'homme qui fait le « coup de poing » pour que sa figure exprime immédiatement la colère et la fureur. Chaque mouvement retentit donc sur les centres nerveux et modifie le cours de nos idées et de nos sentiments. C'est donc par la voie du *sens musculaire* qu'un grand nombre de phénomènes inconscients deviennent conscients. Entre la sensation et le mouvement, il y a une chaîne sans fin. De même que la sensation provoque un mouvement, celui-ci à son tour est nécessaire à la sensation. Dès qu'il y a sensibilité, il y a mouvement, et il serait absurde de concevoir un être sensible et inerte.

Nous prenons connaissance des corps à l'aide de tous nos sens, car l'exercice d'un seul sens ne saurait nous fournir une notion définie des propriétés d'un objet. Mais à l'aide de l'association des diverses sensations qu'éveillent l'impression qui frappe chacun de nos sens, la notion exacte de l'objet s'organise dans notre cerveau, et quand cette idée d'un objet est ainsi acquise, chacune des différentes sensations qui la composent, suffit alors à elle seule pour l'éveiller..... L'idée s'organise de la sorte dans l'écorce cérébrale à l'état d'activité mentale séparée; elle devient pour nous alors équivalente aux impressions directes de l'objet et peut agir indépendamment de lui. C'est de cette manière que toute idée est *représentative*, c'est-à-dire qu'elle est l'abstraction d'une multitude de sensations; elle n'est pas l'idée d'un objet ou d'un événement particulier, mais l'idée de tous les objets et de tous les événements de même nature (1). Les impressions des différentes propriétés d'un corps, qui nous viennent des différents organes sensoriels, sont combinées dans l'idée de ce corps, et dorénavant nous pourrons y penser ou en parler sans qu'il soit nécessaire qu'il se représente devant nous. C'est ainsi que nous nous sommes élevés progressivement aux idées générales et aux concepts les plus abstraits; de l'idée d'un homme concret, nous nous élevons à l'idée générale de l'homme, et de celle-ci au concept (abstraction de plusieurs percepts) de raisonnable, vertueux ou d'autres qualités humaines.

Si les animaux n'ont point d'idées abstraites, — encore qu'on ne puisse refuser aux plus intelligents d'entre eux quelques idées générales, — c'est non seulement parce qu'ils manquent du symbole qui parle aux yeux ou à l'oreille, langage parlé et écrit, donnant un corps et de la fixité aux généralisations, mais parce qu'ils n'ont point un cerveau assez bien organisé pour avoir des idées abstraites.

A ce point de vue les sauvages sont encore un intermédiaire entre les animaux et les populations civilisées, puisqu'ils sont comme les enfants, incapables de comprendre les abstractions et doivent être instruits au moyen de sensations directes, autrement dit par des *leçons de choses*. C'est ainsi que les Tasmaniens, tout en ayant des noms pour désigner chaque espèce d'arbre, n'en avaient pas pour dire un arbre, pas plus qu'ils n'avaient de mots abstraits pour exprimer des qualités. Pour dire *dur*, ils disaient « comme la pierre »; pour dire *rond*, ils disaient « comme la lune », etc. — Au reste, en étudiant le développement du langage, on voit combien l'abstrait est lié au concret d'où il dérive, et comment si souvent la pensée est reportée à la sensation et au mouvement, c'est-à-dire à nos moyens de communication directe avec le monde extérieur. C'est ainsi qu'on dit *voir* ou *entendre* dans le sens de *comprendre*, qu'on dit *goûter* un raisonnement, être *dégoûté* de la conduite de quelqu'un, *saisir* une idée, etc. Voilà pourquoi le sens d'un mot varie avec l'expérience elle-même et le degré d'intelligence de chacun. Certaines idées auront toujours une valeur différente chez des personnes placées à différents degrés de culture men-

(1) L'esprit se représente les phénomènes à venir dans l'ordre où il les a déjà vus. Les vérités nécessaires ne seraient ainsi que des associations inséparables dont l'origine et la raison se trouvent dans l'expérience.

tale. Les mots, comme les lois et les croyances, ne croissent-ils pas, ne se modifient-ils pas, ne dépérissent-ils pas et ne meurent-ils pas ? Comme le reste, ils suivent l'évolution des rouages du système nerveux, dont la division du travail et son corollaire obligé, la différenciation organique, expliquent les modifications. Constitué comme il l'est, ainsi que le dit Maudsley, le cerveau humain ne peut s'empêcher, lorsque certains faits parviennent à sa connaissance, d'en tirer certaines conclusions, aussi irrésistiblement et aussi involontairement que les animaux accomplissent leurs actes instinctifs.

Si nous nous demandons maintenant, qu'est-ce que l'idée. Voici comment nous pouvons répondre.

Si, après avoir regardé un fleuve, je ferme les yeux et évoque une image mentale de ce que je viens de voir, je puis dire indifféremment que je me rappelle le fleuve, que j'en ai une image ou une idée. L'idée, ainsi constituée, simple et concrète, n'est que le simple souvenir d'une sensation antérieurement perçue. Cette idée peut s'associer à d'autres par contiguité d'abord, par similitude ensuite, et enfin par souvenir, comme dans un autre ordre d'idées, les mouvements musculaires s'associent pour exécuter un acte complexe. Les idées simples s'associent ainsi pour donner naissance aux idées complexes, générales et abstraites. « La force de contiguité, dit Bain (*Senses and Intellect.*, p. 469), unit dans l'esprit des mots qui ont été prononcés en même temps, la force de similitude amène ensemble des souvenirs d'époques différentes, et de circonstances et de connexions également différentes, et de plusieurs séries anciennes, fait une nouvelle série. » La dernière phase a lieu quand la réflexion permet à l'esprit de localiser dans le passé, l'époque à laquelle un événement a eu lieu. Il y a souvenir alors d'associations d'idées, et l'esprit sait fouiller dans la mémoire pour ramener à l'horizon de la conscience cet enchaînement d'idées.

Le cas le plus simple d'une idée, c'est le souvenir d'une sensation. L'idée sous sa forme la plus concrète, consiste donc en un faible réveil d'une sensation passée. Dans une phase plus élevée, elle devient l'équivalence d'une simple perception, puis celle d'une association de perceptions, marchant ainsi vers la généralisation, l'abstraction et la construction symbolique. Arrivée à cette étape, l'idéation peut volontairement se représenter les impressions passées ; elle peut associer, combiner les sensations, évoquer les images mentalement dans le but d'obtenir des combinaisons nouvelles. C'est l'*imagination*.

Celle-ci est-elle exclusivement du domaine humain ? L'homme seul peut-il avoir dans « l'œil de son esprit » l'image d'objets absents ? Certes, non. Une garenne a-t-elle été déjà visitée par un furet, les lapins préfèrent se laisser déchirer par les dents et les griffes du furet que de sortir de leur terrier. Pourquoi ? Parce que le lapin sait associer, grâce à son expérience passée, la présence d'un furet à celle du chasseur silencieux planté au bord de son trou. Mais l'animal peut davantage. Il peut former des idées, il peut imaginer en dehors de toute suggestion venant directement du dehors. Tel le chien de chasse qui *rêve* à des poursuites et des chasses imaginaires ; tel celui qui meurt de chagrin après avoir perdu son maître; tel le chat qui a le « mal du pays. » Ce qui prouve (regrets des amis perdus, rêves,

hallucinations, etc.) que dans l'esprit des animaux, il peut y avoir un travail interne de l'idéation, encore qu'involontaire, dans lequel une image en suggère une autre, celle-ci une troisième et ainsi de suite, sans qu'il soit besoin d'associations immédiates fournies par les objets sensibles présents.

L'idée ou image est donc la mémoire d'une ou de plusieurs sensations simples ou associées. L'idée simple est la reproduction, le souvenir d'une sensation antérieure, dans laquelle cependant, malgré toute notre force d'attention, la sensation réelle a perdu quelque peu de son relief. Ainsi chacun de nous possède dans sa mémoire un nombre infini d'idées qui sont de véritables résidus des sensations antérieures qui ont ébranlé la conscience à un moment donné, et qui peuvent reparaître dans la conscience sous l'impression d'une sensation ou d'un souvenir, volontaire ou non. Si l'idée est prise avec assez de force pour donner l'illusion d'une sensation présente, elle constitue l'*hallucination*.

Nous avons non seulement des idées d'objets, mais encore des idées d'émotions, des idées d'actes, de telle sorte que l'idée nous apparaît comme la forme nécessaire du souvenir. Tout souvenir est une idée, tout souvenir est une image auditive, visuelle, émotive. Or, une image, c'est toujours l'extériorisation d'une sensation.

A côté de l'idée simple il y a l'idée complexe qui résulte du groupement, de l'association de plusieurs idées simples. Une idée simple nous conduit à l'image du Rhône, celle-ci à l'image d'un fleuve et de l'image d'un fleuve à l'idée d'eau. Et ce qui fait la possibilité de cette synthèse, de cette généralisation, c'est le mot, c'est le langage. Sans langage, pas d'idées générales (1).

Ce travail mental s'opère incessamment par l'intermédiaire des sensations anciennes, images accumulées et fixées dans le souvenir. C'est là le travail mental qu'on appelle l'élaboration des idées ; il se passe la plupart du temps dans les profondeurs de l'inconscient entre les images fixées

(1) Les *idées abstraites* n'échappent pas à ces lois. L'*idée de temps*, par exemple, n'est qu'un simple effet de la conscience; le temps n'est pour nous qu'une série successive d'images; et la mémoire n'est que l'art d'évoquer et d'organiser ces images. Point de temps hors des souvenirs, c'est-à-dire de certaines images, qui, se juxtaposant comme se juxtaposent les objets qui les ont produites, engendrent l'apparence du temps et tout à la fois de l'espace. Vie et conscience supposent variété, et variété engendre la durée; le temps est la formule abstraite des changements de l'univers. Avec l'introduction de l'*ordre* dans les sensations et les pensées commence le temps.

Pouvoir se retrouver dans le passé et se projeter dans l'avenir, peut devenir une source d'amers regrets, et le regret c'est la solidarité du présent avec le passé, le sentiment de l'irréparable.

Le *moi* échappe ainsi à nos prises comme un rêve; il se disperse, il se résout dans une multitude de sensations fuyantes, et nous le sentons avec une sorte de vertige s'engloutir dans l'abime mouvant du temps. — (M. Guyau, *L'évolution de l'idée de temps dans la conscience* (Rev. philosophique, p. 353, 1885).

« La notion abstraite de relativité de position en général, c'est la notion du temps et elle sort d'une série d'associations empiriques de phénomènes successifs » (Liard, *Loc. cit.* p. 80). Si nous concevons l'espace et le temps sans limites, ce n'est pas parce que l'infinité de l'espace et du temps est chose nécessaire en elle-même ; non. « Comme toujours dans notre condition, nous avons rencontré l'étendue associée à l'étendue, la durée à la durée, nous ne pouvons concevoir, en vertu de cette association familière, devenue inséparable par l'habitude, une fin à l'espace et au temps ».

Les propositions mathématiques et géométriques ne sont que des généralisations de l'expérience (Liard, *Loc. cit.* p. 84-85).

par la mémoire. Nous n'avons de conscient que le résultat de cette élaboration.

Ce travail peut s'étendre plus loin. En associant deux idées l'une à l'autre, il s'ensuit un jugement ; or le jugement se résume en une affirmation d'une analogie ou d'une divergence entre deux idées. Ce travail ne fait pas tout à fait défaut aux animaux, et à ce point de vue, on peut dire que le chien, par exemple, sait faire des syllogismes. Bref, les racines du jugement et du raisonnement ne sont qu'une association d'idées.

Le point de départ d'une idée est une impression sensorielle, l'issue est un mouvement, entre les deux il y a le courant nerveux. Pour la *première* production de l'idée tout ce phénomène est nécessaire, mais ultérieurement, c'est-à-dire quand le substratum de l'idée a été organisé d'une façon définitive; une représentation mentale plus ou moins vive de la première ou de la deuxième phase du phénomène, représentation consistant en une excitation interne des centres sensoriels ou moteurs appropriés dans les circonvolutions suffit pour reproduire l'idée (Maudsley). Tantôt, en effet, c'est l'élément sensoriel qui domine et nous avons une image vive devant l'esprit ; tantôt c'est l'intuition motrice qui prédomine, et la conscience est surtout occupée du signe qui symbolise l'idée. D'autres fois, c'est le phénomène intermédiaire à la sensation et à l'excito-motricité qui l'emporte, et l'attention ne s'arrête guère sur l'image ou sur le mot qui symbolise l'idée. Dans ce dernier cas les idées s'évoquent l'une l'autre, et nous nous abandonnons à une série de pensées dont le terme ultime cependant est l'expression motrice. On se convainct du lien intime qui relie l'idée à la sensation ou à l'intuition motrice quand on se rappelle que l'on peut renforcer le côté sensoriel ou le côté moteur d'une idée, soit au moyen d'une vive représentation de l'objet, soit par une intuition vive du symbole verbal qui lui correspond, intuition que nous obtenons en prononçant le mot mentalement, en le chuchotant ou en l'exprimant à haute voix. C'est ainsi qu'au moment où l'attention est sur le point de dévier, nous la ramenons au sujet de nos réflexions, soit en nous représentant vivement l'image de ce à quoi nous pensons, soit en répétant lentement en dedans de nous les mots ou les expressions motrices des idées en jeu. On peut donc croire que l'idée est réellement corrélative de tout l'acte excito-moteur dans les circonvolutions, et que, lorsque l'élément sensoriel et l'élément moteur semblent faire défaut, ils ne sont pour ainsi dire que sous-entendus, subissant une excitation trop faible pour arriver jusqu'à la conscience.

Toute l'activité psychique des êtres qui sont en dehors du moi se révèle à nous par le mouvement, par un acte extérieur immédiat ou ultérieur et là où n'existe nulle manifestation extérieure, on peut conclure au néant de l'activité mentale. Le travail mental se résume donc dans l'action réflexe, mais dans une action réflexe très complexe. Les phénomènes de l'esprit ne consistent pas seulement en effet en une simple réflexion à travers les centres corticaux, de l'impulsion sensorielle aux nerfs moteurs. Les centres nerveux contiennent, dans leur organisation, une capacité originelle considérable reçue en héritage, et une vaste capacité acquise par l'expérience et l'éducation, capitalisant ainsi en même temps les acquisitions ancestrales de la race et celles de l'individu.

L'idée est tellement liée au pouvoir excito-moteur des centres nerveux, que l'idée d'un mouvement, c'est déjà le mouvement qui commence.

L'idée du dégoût provoque la nausée ; l'idée qu'un reptile rampe sur la peau donne le frisson ; une idée drolatique fait rire ; l'idée d'une insulte fait naître un geste d'indignation, etc., tout cela inconsciemment et en dehors de la volonté. Une grande partie de nos idées et de nos actions journalières se passent ainsi à l'insu de notre attention. Acquises consciemment, ces idées sont devenues automatiques par la répétition et c'est alors *l'effet* qu'elles produisent qui éveille la conscience, dans le cas où elle est éveillée (Maudsley). Les personnes qui ont l'habitude de se parler à elles-mêmes ne s'aperçoivent pas qu'elles se parlent, ce qui ne les empêche pas de produire des idées et des mouvements associés correspondants. Les phénomènes de suggestion, de sorcelleries, de miracles, toutes les fois qu'elles ne relèvent pas de l'imposture, servent à prouver l'action de l'idée sur le mouvement. C'est ainsi que se font les cures miraculeuses de paralytiques *sine materiæ*, qui marchent à la suite d'une injonction d'un charlatan ou d'un plongeon dans une eau miraculeuse. Dans ces cas l'idée du mouvement, la croyance religieuse qu'il aura lieu est en effet, dans le for intérieur, le mouvement lui-même. L'idée d'un objet peut même produire une véritable hallucination. Chacun de nous peut se souvenir d'idées qui pénètrent en nous parfois avec tant d'insistance que nous ne pouvons point nous en débarrasser. Les faibles d'esprit ne réussissent à s'en défaire... qu'en leur obéissant. C'est ainsi que les idées ont une grande puissance sur nos actions. L'idée qu'on sera vaincu dans un combat déprime les forces ; l'idée qu'on vaincra bande tout le système musculaire. Qu'une imagination vive soit obsédée par une idée, par quelque chose qu'elle doit faire ou ne doit pas faire, cette idée devient pour elle une sorte de fatalité destinée à s'accomplir tôt ou tard.

L'action du courant nerveux d'idéation ne retentit pas seulement sur les ganglions moteurs, mais elle retentit aussi sur les ganglions sensoriels. De même que l'idée est éveillée par les impressions sensorielles, de même aussi l'idée réagit sur les centres sensoriels, au point de produire, dans certaines circonstances, des illusions et des hallucinations. L'idée d'une odeur nauséabonde peut exciter la sensation au point de produire le vomissement ; l'image vue dans un rêve peut persister quelque temps après qu'on a ouvert les yeux. Certaines personnes, en se figurant mentalement l'image d'un objet qui n'est pas présent aux sens, le voient comme passer devant elles dans son costume changeant. Ainsi Dickens entendait positivement les voix de ses personnages ; ainsi Flaubert causait avec les siens et était *affecté* par eux. De là aux vraies hallucinations, qui s'imposent à la conscience comme autant de réalités et qui font agir en conséquence, il n'y a qu'un pas. La réaction de l'idée sur les sens est bien évidente dans cette action du chien qui, ayant flairé le lapin, se met à gratter avec fureur l'entrée du terrier : l'idée du lapin a excité l'image visuelle de cet animal. Chez le chien qui rêve au coin du feu et qui jappe comme s'il chassait le lapin, l'idée du lapin éveille évidemment l'image visuelle de cet animal. Qui n'a vu dans un rêve, passer devant les yeux un paysage connu ! Quand l'idée d'une sensation est assez vive pour déterminer une halluci-

nation, et cette idée est la reproduction du courant nerveux amoindri et imparfait auquel avait donné lieu l'impression externe, la vraie sensation, elle arrive à augmenter la facilité de la reproduction d'un même phénomène. C'est ainsi que l'hallucination provoque l'hallucination, et ainsi l'homme descend sur la pente fatale de la folie. Le fou qui se figure qu'on l'empoisonne ou qu'on médit de lui, est très disposé à sentir réellement le goût du poison ou à mal interpréter les paroles les plus innocentes, parce que chacun éprouve facilement une émotion qu'il est tout disposé à éprouver. C'est pour cette raison qu'une idée préconçue porte si fort vers l'illusion. C'est pourquoi aux séances de spiritisme, l'idée de la chose qui doit arriver en impose assez à l'esprit des adeptes pour qu'ils croient qu'ils la voient ou la sentent réellement. Plongés dans le silence religieux et l'obscurité d'une salle, sentant planer le mystérieux au-dessus d'eux, attendant avec impatience ce qui doit survenir, ces pauvres d'esprit entrent dans un tel état mental qu'ils entendent et qu'ils voient ce qu'ils pensent, encore qu'il survienne tout autre chose! Ils sont dans l'état de l'homme qui parcourt la nuit un endroit écarté et désert : s'il lui survient d'avoir peur, il *voit* devant lui se dresser des fantômes! Voyez cet aimant en fer à cheval, accroché au mur, dit un jour Braid à une femme nerveuse dans un cabinet obscur; la femme répond : je ne vois rien. Braid la prie de bien regarder, avec grande attention. Alors, elle voit des étincelles, puis du feu sortir de l'aimant, et continue à les voir, même quand on eut secrètement enlevé l'aimant! C'est que la première condition pour voir un miracle ou pour voir un esprit, c'est d'être bien convaincu qu'on le verra. Il faut avoir la foi!

Mais les idées n'ont pas seulement une grande influence sur les mouvements et sur la sensation, elles ont encore une action bien nette sur les fonctions de la vie organique. L'idée d'un mets succulent fait venir la salive à la bouche; une idée émouvante fait couler les larmes; une idée érotique met en jeu l'appareil génital; une pilule de mie de pain purge, etc. Les *stigmates* des extatiques sont des effets de l'idée sur la vascularisation et la nutrition d'une partie... quand ils ne sont pas des impostures. Et il faut prendre garde aux visionnaires qui se font des stigmates, car quand elles nient se les être faits, elles sont de bonne foi, à la façon de l'hypnotisée qui ne sait plus rien au réveil de ce qui s'est passé pendant l'hypnose, elles s'en imposent à elles-mêmes, et il n'est pire menteur que celui qui croit ses mensonges.

L'énergie d'une idée enfin peut ne pas se décharger au dehors. Elle peut rester dans les couches corticales du cerveau et parcourir les innombrables réseaux nerveux, en donnant naissance à des vibrations dont le corollaire est l'évocation d'idées successives dont les unes montent tandis que les autres descendent à l'horizon de la conscience. Celles qui montent sont à peine visibles à notre « œil » mental (conscience); au zénith elles l'impressionnent vivement; celles qui descendent s'éclipsent peu à peu, comme la lumière du soleil « éclipse » celle des étoiles pendant le jour, et disparaissent. Quand toute l'énergie d'une idée se décharge immédiatement au dehors par suite de l'action idéo-motrice, nous n'en avons que peu ou pas conscience; il faut pour que nous en ayons conscience, qu'elle ait

un certain degré de persistance et d'intensité. De telle sorte que quand le courant qui parcourt le circuit psychique est rapide et donne lieu à une série d'idées qui se succèdent et s'associent rapidement, nous n'avons pas conscience de chaque idée individuellement prise, de telle sorte que le résultat paraît comme inopiné ou accidentel, et qu'il nous est très difficile ou impossible de nous rappeler les diverses étapes par lesquelles la pensée a passé pour y arriver. Combien d'idées écloses on ne sait comment ne jaillissent pas ainsi dans le champ de la conscience durant une journée! C'est que le courant d'idéation circule silencieusement et ne fait irruption dans la conscience que lorsqu'il est assez fort et assez persistant pour éveiller l'attention. C'est ainsi qu'un enfant lit une fable le soir et qu'au moment de s'endormir il ne peut en réciter un seul vers, et cependant le lendemain matin il la récite tout entière. Pendant son sommeil il a donc pensé, et sa conscience ne s'en est pas aperçue.

Les idées comme les mouvements sont de plus en plus faciles à mesure qu'on les répète plus souvent; comme eux elles deviennent automatiques et sont un résultat organique de l'éducation, de l'exercice et de l'hérédité; comme eux elles sont suscitées par des excitations appropriées; comme eux, une fois associées, elles se séparent difficilement et peuvent devenir inséparables; comme eux elles n'ont pas besoin de la conscience et demandent un certain temps pour se produire; comme eux enfin, elles se fatiguent par un exercice trop prolongé. Loin d'avoir besoin de la conscience pour se produire, l'association des idées est souvent troublée par la conscience, comme les mouvements automatiques le sont eux-mêmes par l'attention. Chacun sait qu'il suffit de « courir » après une idée pour ne pas la trouver, et qu'au moment où l'on y pense le moins elle pénètre souvent tout à coup dans le champ de la conscience, par suite de l'activité automatique du cerveau. Cela se conçoit, car l'attention a pour effet de retenir l'énergie dans un certain circuit, et que retenue dans ce circuit, l'énergie ne peut aller faire vibrer le circuit où doit s'accomplir l'association automatique d'un certain ordre d'idées, dans lesquelles se trouvent précisément celles que nous cherchons. C'est pour la même raison qu'une forte émotion empêche de réfléchir et qu'on a pu dire que « la colère est une courte folie. »

Le penseur productif ne s'aperçoit que des mots qu'il écrit, l'orateur puissant n'est préoccupé que des mots qu'il prononce; pendant ce temps à tous deux, la pensée élaborée à leur insu par l'activité fonctionnelle du cerveau, jaillit des profondeurs de l'inconscient dans le domaine de la conscience. Quand nous rêvons ou méditons doucement, nous sommes à peu près tout à fait inconscients des phases de notre rêverie ou de notre méditation; mais dès qu'une idée plus vive et plus frappante surgit, la conscience s'éveille, et nous nous demandons d'où et comment cette idée nous est venue.

On a donc pu dire avec raison que la *réflexion* est bien l'action réflexe qui se passe dans les circuits de l'écorce du cerveau; que l'*attention* est la persistance momentanée d'un certain degré de tension de l'énergie dans le courant psychique; que la *délibération*, est une opération de l'esprit qui consiste à peser les arguments contraires, c'est-à-dire à opposer un désir à un autre désir; que

la *décision* d'un homme enfin, est la solution du problème que son esprit s'est posé et cette solution est conforme à son caractère, autrement dire conforme à la résonnance des cordes de son clavier psychique : après avoir longtemps erré, l'énergie d'une idée peut encore finir par un mouvement volontaire.

La conscience elle-même nous prouve donc combien est limité notre pouvoir sur le cours de nos idées. Le point de départ d'une idée est dans le domaine de l'automatisme cérébral; une fois formée elle peut rester à l'état statique ou entrer en activité sans éveiller la conscience ; une fois associée à d'autres elle forme avec elle une chaîne indissoluble qui échappe au contrôle de la volonté; solidement établie et organisée, elle apparaît à son heure et à sa place dans l'enchaînement des idées quand une excitation vient à les mettre en mouvement. Or, si nous réfléchissons comment se forme et fonctionne le mécanisme de la pensée, c'est-à-dire comment ce mécanisme se développe par un continuel ajustement entre les impressions et les réactions, nous n'aurons pas de peine à comprendre que les *inattentifs* deviennent des machines, des automates, incapables de porter un jugement sain sur des choses qui se trouvent en dehors de l'ornière de leurs pensées. Chez eux, en effet, les événements se déroulent presque sans être aperçus ; ils ne laissent dans leur esprit que des empreintes faibles ou confuses et la comparaison des images devient presque impossible puisqu'elles n'existent pas.

Tout acte mental s'accompagne d'une innervation motrice. L'homme qui écoute tend ses muscles de l'oreille ; celui qui cherche à voir bande les muscles de ses yeux ; celui qui réfléchit contracte les muscles de sa physionomie, à tel point que le caractère de la volonté d'un homme est écrit dans l'expression de sa physionomie : ce qui prouve que chacune des opérations de sa volonté s'est accompagnée de certaines tensions musculaires, devenues habituelles.

De ce que les idées sont associées d'une façon déterminée, résulte la *nécessité* dans la délibération et dans chaque acte de notre vie. Lorsque nous évoquons une idée, nous atteignons notre but, non pas par un commandement soudain et direct de notre volonté, mais en suivant des séries d'idées qui nous semblent devoir conduire à ce que nous désirons nous rappeler...

Nous ne recevons pas tout par nos organes des sens, — car la constitution de l'esprit qui tire son fond de l'hérédité donne aux matériaux fournis par les sens des formes ou des manières d'être qui fixent la fonction. Toute notre supériorité mentale, par laquelle nous dépassons les sauvages, nous la devons à la supériorité de notre organisation cérébrale que nous avons acquise par l'accumulation des effets de l'expérience et par leur transmission héréditaire. Quand on dit que le caractère d'un homme est formé, on veut exprimer par là qu'il a acquis certaines combinaisons et associations d'idées définies, fermement organisées et qui désormais l'accompagneront à travers la vie.

Qu'est-ce que la *raison*, enfin?

La raison c'est l'adaptation volontaire des moyens à la fin. Elle est le corollaire d'une grande souplesse dans le courant nerveux ganglionnaire, puisqu'elle implique la connaissance consciente des relations entre les moyens employés et le but à atteindre. Elle a ses antécédents dans les inductions habituelles de la perception sensitive, de même que la perception a ses

antécédents dans la sensation et la comparaison des sensations entre elles. Autrement dit, quand la perception atteint assez de perfection pour prendre connaissance de la relation qui existe entre les relations, elle commence à devenir raison. Et dans les sphères les plus élevées, comme le dit ROMANES, la raison est simplement un processus très complexe de perception, c'est-à-dire une perception de *percepta* formés eux-mêmes de *percepta* plus simples et plus rapprochés de la sensation immédiate. Le raisonnement est un processus d'induction consciente, et comme les animaux font des inductions rudimentaires, il s'ensuit qu'ils possèdent un certain degré de raison.

§ IV. — Les émotions ou affections de l'âme.

L'*émotion* est un état de conscience d'origine centrale par opposition à la sensation qui est un état de conscience d'origine périphérique.

Toute émotion implique la présence d'une idée, d'une image représentative présente, et ne peut être séparée de l'idée ; or, l'idée a sa racine dans la sensation et toute idée contient un sentiment quelconque, agréable ou désagréable. Seulement, dans l'émotion, l'idée est voilée par le sentiment, cette sorte de vie affective qui est la base du caractère de chacun.

Tout élément anatomique possède la propriété primordiale d'être affecté par les stimulants extérieurs, en un mot il a la propriété de sentir comme agréable et de rechercher tout ce qui est favorable à sa conservation et à son accroissement, et au contraire de sentir comme désagréable et d'éviter en conséquence tout ce qui dérange ou nuit à sa vie. C'est là une sorte de force que l'on pourrait comparer à l'affinité. L'être vivant ne se comporte pas autrement qu'un simple élément anatomique. L'émotion appelle donc fatalement l'appétit ou le désir, désir d'obtenir ou d'éviter, désir qui devient le mobile ou le motif de nos actions. L'esprit manifeste ainsi des tendances, des attractions ou des répulsions que la conscience perçoit comme *désir*, *instinct*, *passion*. Cette affinité ou cette répulsion est une nécessité physique aussi bien que l'affinité d'un sel pour une base ou la répulsion de l'aiguille aimantée devant le courant électrique. Rechercher une impression agréable et éviter une impression pénible n'est au fond que la conséquence physique de la nature intime des cellules nerveuses, mises en relation avec certains stimulants, et le désir devient le motif d'une action qui a pour but de satisfaire un besoin ou d'éviter une souffrance. Aucun homme, à l'état de santé, n'a le pouvoir de négliger les conditions favorables à sa vie.

Les plaisirs sont les concomitants subjectifs des changements organiques salutaires à l'organisme, comme les douleurs sont les concomitants subjectifs des changements organiques qui sont nuisibles à l'organisme, car tout acte tant qu'il procure du plaisir est jusque-là utile et bon, et inversement,

tant qu'il provoque de la douleur il est pénible et mauvais. Mais le système nerveux n'est pas un *prophète*; il nous tient au courant de l'état actuel, non de celui qui suivra. Voilà pourquoi une chose agréable au moment pourra, ultérieurement, devenir une cause de chagrin.

L'émotion commence évidemment avec la perception, c'est-à-dire au moment où l'animal ou le jeune enfant est en état de se rappeler les antécédents d'une sensation de plaisir ou de douleur.

Les appétits liés à la satisfaction des besoins nutritifs et reproductifs sont les premiers et les plus puissants de tous. Chez les enfants, les sauvages, les idiots, les fous, ces appétits sont impétueux. Que le cerveau soit mal équilibré, et l'on voit une jeune femme chaste et pure, trahir par ses paroles et ses gestes un désir effréné de satisfaire l'instinct sexuel. Que le cerveau soit au contraire bien constitué et le désir sexuel subira une élaboration complexe dans la conscience. Sa violence première se raffinera en passant par les rouages de l'idéation, qui en tirent les sublimes accents de l'amour. L'appétit érotique qui se développe à la puberté prouve combien il est antérieur à l'expérience et combien peu il est redevable à la conscience. L'homme, en désirant ce qui est bon pour lui ou en craignant ce qui est mauvais, obéit donc à une impulsion aussi naturelle que celle de la pierre qui tombe. L'égoïsme est donc sorti d'une loi naturelle.

L'idée ou la conception, quelle qu'en soit la nature, est toujours née d'un sentiment, mais au fur et à mesure que l'idée s'est organisée le sentiment n'a plus assez d'intensité pour se manifester au dehors. L'énergie s'accumule alors dans la sphère de l'idéation; le sujet n'a plus de passion. L'âme est calme dès lors et placide; aucune affection ne vient comme un vent impétueux y soulever la tempête. L'homme ainsi constitué n'a plus de désirs violents, le manque chez lui d'un sentiment puissant qui pousse à traduire la pensée en actes, l'empêche d'agir; sa force de raisonnement, sa puissance de réflexion, est inhibitoire. Voilà pourquoi la raison n'est pas la cause de nos actions; elle en est plutôt le frein. C'est le désir, expression fondamentale des affinités essentielles de sa nature, qui mène l'homme de sa naissance à sa mort.

Comme deux facteurs sont nécessaires à la production d'une émotion, le stimulus qui excite et l'élément anatomique qui réagit, il s'ensuit que le caractère de l'émotion est sous la dépendance de l'état physique hérité ou acquis et sous celle des excitants internes ou extérieurs. Quelques gouttes d'absinthe suffisent à changer le *ton* mental, et la nature originelle ou celle qui lui vient de l'éducation modifie considérablement le caractère émotionnel de chacun de nous. Les empreintes que laissent les sentiments, les idées et les actions passées sur notre cerveau, donnent un *ton psychique* ou caractère spécial à chaque individu. C'est là la notion du moi, de ce moi prétendu immuable qui change avec le temps, de ce moi qui porte en ses flancs la forte empreinte de l'hérédité, de l'éducation, de l'imitation, des coutumes, des mœurs, de la mode, etc., et qui subit une véritable révolution à l'époque de la puberté.

Les émotions tirent leur nature complexe des acquisitions héritées de la race, de l'héritage plus immédiat des ancêtres directs, des effets de l'éducation et aussi de l'influence que les organes corporels exercent sur la vie

psychique. Cette dernière action n'est nulle part aussi évidente qu'au moment de la brusque entrée en scène des organes génitaux au moment de la puberté. A cette époque, la façon de sentir est changée, on devient susceptible d'impressions auxquelles on était resté jusqu'alors indifférent ; il y a éveil d'impulsions sexuelles revêtant des formes mentales, et des nécessités mentales qui prennent la forme d'images sensuelles (Maudsley). L'eunuque a aussi bien l'âme mutilée que le corps. Il est poltron, menteur, trompeur et dépourvu d'énergie. Ce sont les émotions, en quelque sorte innées, du plaisir et de la peine qui mènent l'homme durant sa vie. L'émotion a une grande tendance à se décharger au dehors sous forme de mouvements. L'éducation a eu pour but de restreindre l'explosion, mais lorsque l'émotion est violente, elle se dégage du frein de la culture et déborbe de son lit habituel : le rire se répand ainsi bruyamment de la bouche aux muscles respiratoires, et de là à ceux des membres ; la terreur s'épanche de son expression faciale ordinaire jusqu'aux muscles du cou, des épaules et de la cage thoracique et produit du tremblement des lèvres, une respiration courte, tronquée, anxieuse et gagne jusqu'au cœur qu'elle agite de tumultueux battements. Quand une excitation émotionnelle n'est pas déchargée sous forme de mouvement, elle est très propre à affecter les organes internes. C'est ainsi que le chagrin et l'effroi suspendent les mouvements respiratoires et qu'ils donnent lieu aux palpitations de cœur ; c'est ainsi que le dégoût produit la nausée, le chagrin l'inappétence. Une forte émotion fait couler les larmes, dessèche la bouche, arrête la sécrétion de la bile, etc... Il est certain que la joie et l'espérance exaltent l'activité vitale et qu'au contraire, la peine et le désespoir affaissent l'organisme et le dépriment.

Ch. Richet, après s'être assuré sur des imbéciles, des idiotes, des vieilles femmes de la Salpétrière, que chez ces pauvres d'esprit, la sensibilité à la douleur était toujours considérablement amoindrie, a conclu que la douleur est une fonction intellectuelle d'autant plus parfaite que l'intelligence est plus développée.

Les mouvements émotionnels semblent être réglés par les mouvements appropriés qui ont été provoqués par des impressions des sens qui ont eu lieu autrefois. Unzer a depuis longtemps montré que les expressions motrices des émotions sont les mouvements qui auraient réellement lieu si l'émotion produisait l'activité tendant à les satisfaire ; elles sont une sorte d'état mental naissant qui accompagnerait les actes respectifs s'ils étaient réellement exécutés. Mais de même que l'émotion produit comme spontanément un ensemble de mouvements correspondants, les attitudes naturelles du corps ou le jeu de la physionomie qui correspondent à une passion quelconque, donnent incontestablement à un faible degré l'émotion qu'ils expriment. — Tout cela prouve bien qu'à tous les états de conscience émotionnels, qu'ils soient d'origine extérieure ou d'origine intérieure, correspondent des états somatiques identiques à ceux que déterminent les agents physiques.

Le cerveau n'est pas non plus sans influence sur les réactions de la *vie organique*.

Tout le monde sait quelle influence ont les émotions (plaisir, chagrin, peur, colère, etc.) sur les fonctions organiques, les troubles respiratoires, cardiaques, circulatoires, sécrétoires, intestinaux qu'elles provoquent. Chacun sait que la peur, le souvenir d'images horribles et terrifiantes, font dilater la pupille et rendent l'œil hagard, et nul n'ignore « l'incontinence d'urine des candidats. » CULLEN va jusqu'à narrer le cas d'un jeune homme chez lequel un accès paludique manqua parce qu'il avait vu sa maîtresse une heure avant le frisson. La grande douleur comme l'effroi paralysent la langue, les membres et.... le reste. *Vox faucibus hæsit*, a dit le poëte. Sous la métaphore « la rougeur de la honte » se cache une vérité physiologique, comme une autre se cache sous le dicton : « blanc de colère. »

FRANÇOIS FRANCK a établi que les circonvolutions cérébrales se comportent dans ces cas, comme les surfaces sensibles ordinaires. Elles sont le point de départ d'excitations qui se rendent aux centres bulbaires, respiratoire, cardiaque, vaso-moteurs, etc.

CH. FÉRÉ démontrait dernièrement encore (1) que les émotions retentissent sur la sensibilité, l'énergie musculaire, la circulation, la respiration, les sécrétions, la nutrition. D'une manière générale, aux émotions agréables correspond une exagération de toutes les fonctions et aux émotions pénibles une dépression de toutes les fonctions physiques et mentales. Ces dernières conduisent aux psychopathies et donnent lieu aux symptômes physiques des vésanies. FÉRÉ a aussi fait voir que les hallucinations s'accompagnent de réactions sensitives ou motrices identiques à celles qui résultent habituellement de l'excitation réelle des sens. Mais si des hallucinations, nous passons à différentes formes de l'émotivité morbide systématisée, aux craintes non justifiées ou *phobies*, aux idées fixes ou *manies*, aux impotences fonctionnelles ou *aboulies*, aux impulsions irrésistibles, etc., nous sommes encore dans l'impossibilité de leur assigner aucun signe somatique caractéristique. « La limite entre les émotivités systématiques et les vices est impossible à tracer : la dipsomanie et l'ivrognerie, la kleptomanie et le vol se continuent sans ligne de démarcation. » Aussi, FÉRÉ n'hésite-t-il pas à déclarer que le médecin doit renoncer à juger de la responsabilité et de ses degrés.

§ V. — La conscience et la personnalité

La conscience est le sens intérieur par lequel l'individu observe les opérations dans son propre esprit. Tout être qui réagit, peut en même temps ressentir quelque chose, éprouver un sentiment, une sensation qui coïncide avec le mouvement : dès que l'animal sait qu'il sent, il a conscience de lui-même. Mais de la sensation perçue, et de la sensation perçue avec

(1) Ch. Féré, *La pathologie des émotions*, Paris, 1892.

attention (aperception), on descend par des degrés insensibles à la sensation non perçue, inconsciente, et de celle-ci à la sensibilité réflexe pure.

La conscience comprend l'élément sensation, car sentir c'est avoir conscience de quelque chose; elle comprend l'élément moteur, car avoir la notion de l'effort, c'est avoir la notion de l'énergie à déployer ; elle suppose la mémoire, car sans la mémoire la conscience serait vaine : elle ne fournit la notion de la personnalité et de l'unité du *moi* qu'en reliant le passé au présent, qu'en comparant des états anciens aux états présents, sensations, efforts. La conscience en dernière analyse nous apparaît donc comme une succession d'états de conscience avec souvenir.

Aussi l'intensité de la conscience dépend-elle de l'intensité du souvenir d'une part, de l'intensité des sensations et des efforts de l'autre. Elle n'est pas indispensable aux opérations intellectuelles, car il y a sensation, souvenir, idéation, action, effort, sans conscience. — Le domaine de l'inconscient est vaste en psychologie.

Nous n'avons pas tout d'abord l'idée de distinction entre le *moi* et le *non moi*. La notion de la personnalité ne vient qu'avec la conscience, et celle-ci, qui est précédée elle-même par cette sympathie intime de tous les organes qui constitue l'*unité organique*, ne naît que quand cette unité se révèle à nous. « En touchant une partie de mon corps, j'ai conscience en même temps de deux sensations : je touche et je suis touché, et c'est *moi* qui fais l'un et l'autre. » L'organisme est donc sa personnalité, la conscience ne fait que nous le dire.

Quelle est la base physique de la conscience ? Il ne saurait y avoir coordination de plusieurs excitations, dit HERBERT SPENCER, sans quelque ganglion nerveux qui les mette en relation ensemble. Ce travail de mettre les excitations en relation les unes avec les autres, ne peut se faire sans des changements nombreux dans ce ganglion. Eh bien ! la succession rapide de changement dans un ganglion, impliquant comme elle le fait des expériences perpétuelles de ressemblance et de dissemblance, constitue la matière première de la conscience (H. SPENCER, *Principles of Psychology*, I, p. 435).

La conscience ne se produit que lorsqu'un centre nerveux est occupé à centraliser des excitations variées ou peu accoutumées, et au moment où il s'élève dans ce centre un tourbillon d'excitations s'élançant dans des directions plus ou moins accoutumées. Il y a alors *frottement ganglionnaire* (1), retard relatif dans la réponse ; il y a conscience. Là où la coordination centrale est bien rétablie comme dans l'acte réflexe simple, il n'y a point conscience. Mais l'acte conscient peut devenir purement réflexe, et avec ce dernier d'autre part, nous touchons au seuil de la conscience. C'est ainsi que là où la mémoire vague des expériences passées se transforme pour la première fois en la faculté d'associer des idées simples, ou de se rappeler les liens entre les souvenirs, là la conscience est sûrement ébauchée. Mais il n'y a pas de ligne de démarcation nette en l'acte réflexe et l'acte conscient ; l'un dif-

(1) Tant que persiste un certain état A du sujet sentant, il n'y a pas de conscience ; tant que persiste un état B, il n'y en a pas davantage. Mais la moindre oscillation de A en B, ou de B en A, constitue un phénomène dans la conscience, c'est-à-dire une conscience (HERBERT SPENCER). Le caractère essentiel de la conscience est donc le changement.

fère de l'autre, non par la nature, mais par le degré de coordination centrale des excitations.

§ VI. — La Volonté.

Comme tout effet a une cause, la *volonté libre de se vouloir elle-même*, autrement dit le *libre arbitre*, est un non sens... Le motif détermine toujours la volonté, et à ce point de vue le code pénal constitue un puissant motif qui fait rester pas mal de gens hors du délit ou du crime. La volonté libre serait une volonté arbitraire, et, si une telle volonté existait, l'uniformité général du caractère et de la conduite des hommes existerait-elle ? S'il y a uniformité dans la conduite, c'est qu'il y a uniformité dans l'action des causes physiques. Les croyances religieuses et autres sont autant de preuves que le libre arbitre n'est qu'un mot dénué de sens. Une volonté se déterminant elle-même impliquerait du même coup qu'aucune action ne serait blâmable, aussi criminelle qu'elle fût. En effet, supposer qu'un homme agit en vertu d'une semblable volonté sans qu'elle soit influencée par la raison, c'est supposer qu'il est comme l'aliéné, et à ce compte les fous seraient ceux qui ont la volonté la plus libre.

Personne ne trouve absurde qu'on lui demande pourquoi il a parlé ou agi de telle ou telle façon, et personne ne serait flatté qu'on suppose qu'il agit sans motif et sans raison. Le témoignage de la conscience elle-même se prononce donc en faveur de la nécessité contre la liberté (Herzen, *Physiologie de la Volonté*, p. 140). — Encore qu'on admette l'auto-détermination, la fantaisie du moment, il reste toujours à se demander si cette fantaisie est libre de se produire elle-même sans antécédent dont elle soit le conséquent. — Le « sentir », le « penser » et le « faire », non seulement de notre propre être, mais aussi celui de nos ancêtres, entre dans la constitution de notre *moi* et prend part à la détermination de ses actes. La conscience, état momentané du moi, lui-même perpétuellement changeant, ne peut nous rien dire des motifs latents d'où dépend le *moi* du moment, c'est-à-dire l'apparente liberté de la volonté, puisqu'elle n'est pas là au moment où ils se présentent. C'est justement quand nous croyons agir avec le plus de liberté, parce que nous agissons après une délibération approfondie, que nous sommes plus que jamais déterminés par des conditions de notre nature et des motifs situés en dehors de toute conscience et de tout contrôle. — D'autre part la résolution la plus ferme s'évanouit quelquefois au moment de l'exécution, éteinte pour ainsi dire par la vraie volonté qui jaillit des profondeurs de l'inconscient et détermine une action toute différente. Si le libre arbitre existait il serait la négation de l'éducation, car celle-ci a pour but de produire une nature dans laquelle la moralité des actes ne soit pas livrée à l'incertitude de la volonté propre.

Sans doute nous pouvons dire : j'ai agi « comme il m'a plu », je ferai « comme bon me semblera », mais toujours j'y aurais été conduit par les

préférences momentanées de ma nature et les motifs du moment, et au fond l'acte de ma volonté n'aura été que l'expression des affinités et de l'énergie de mon *moi* au moment de l'action. Ce que je ferai volontiers dépendra toujours de ma nature physique et psychique, innée et acquise, de ce qui a façonné mon moi actuel d'après l'hérédité et l'éducation ou mes occupations subséquentes.

Le *désir*, illuminé par la raison, tel qu'il sort du laboratoire cérébral, est ce que l'on a baptisé du nom de *volonté*. Ce qui a donné naissance à ce que j'appellerai la *force volontaire personnelle*, c'est sans doute la conscience que nous avons d'un sentiment distinct d'énergie, inséparablement lié à tout mouvement effectif ou virtuel. Ce que les hommes prennent pour des actions volontaires, ne sont en réalité que les réactions motrices des pensées ou des sentiments (Maudsley). L'impulsion volontaire, née d'un désir modifié par la réflexion, n'est que la dernière forme en laquelle les centres nerveux métamorphosent l'énergie qu'ils reçoivent. D'où il s'ensuit que la nature et l'énergie volontaire varient avec l'organisme individuel lui-même. Entre la volonté d'un idiot, celle d'un enfant et celle d'un homme bien élevé, que de différences !

Mais ce qu'il y a de plus curieux, c'est que l'homme se croit d'autant plus libre qu'il l'est moins. L'homme grisé par un peu d'alcool raisonne tout autrement qu'à l'état normal, mais il se croit tout aussi libre ; la passion, tout le monde le sait, aveugle le plus clairvoyant et pervertit le jugement d'une façon tyrannique, mais l'homme dominé par l'amour, l'ambition ou la ruine, n'avouera jamais que sa liberté est entravée. Présentez les mêmes arguments au même individu dans l'état de bonne humeur ou sous l'influence d'une déception profonde, dans l'état de santé ou dans la prostration de la maladie, et vous verrez combien il les jugera différemment ; mais quelle que soit l'opinion que vous et d'autres pourrez avoir, *lui*, il pensera néanmoins que son opinion du moment est la bonne, exactement comme l'homme endormi croit à la réalité de ses rêves (Maudsley).

La volonté est irrémédiablement enchaînée par la loi causale universelle ; pour trouver la cause de tout acte volontaire il faut parcourir toute la succession des désirs, des répugnances, des espérances et des craintes, dont la somme constitue la délibération et qui ont précédé le dernier désir ou la dernière aversion. L'illusion de la volonté libre provient de ce que nous avons conscience de nos désirs tout en ignorant les causes qui les provoquent. « Ceux qui croient agir librement, a dit Spinoza, rêvent les yeux ouverts. »

Ceci ne veut pas dire qu'en prêchant aux hommes le libre arbitre et la responsabilité morale, les théologiens et les philosophes aient fait fausse route. Quel était le meilleur moyen pour pousser l'homme à faire le bien malgré ses tendances personnelles et ses inclinations égoïstes ? C'était assurément en lui inculquant l'idée de la liberté morale, et en évoquant à son esprit dans des peintures très vives les plus puissants motifs qu'il soit possible d'imaginer en faveur de la morale : les joies inexprimables du Paradis pour récompenser les bonnes actions et les tourments infinis de l'Enfer pour punir les mauvaises. C'était les forcer pour ainsi dire, au moment critique, à bien agir, et comme plus une action est répétée, plus elle a de tendance à se reproduire, on crée ainsi par la force de l'habitude une sorte de seconde nature qui

devient elle-même un motif suffisant pour bien faire. C'est de cette façon que la bonne éducation, le bon exemple, fait l'honnête homme, comme le mauvais exemple fait le fourbe et le bandit. Les prescriptions légales et les sanctions sociales en s'appuyant sur la liberté morale ont donc réellement entravé les inclinations égoïstes et anti-sociales, en fournissant aux individus une forte somme de motifs, tendant à suggérer des sentiments altruistes ou moraux, favorables à l'évolution de la famille et de la société. Mais il n'en reste pas moins vrai qu'au point de vue exclusivement scientifique, la doctrine du libre arbitre est une doctrine surannée (1).

Mais voyons quel est le pouvoir réel de la volonté sur nos mouvements et nos opérations mentales. Le cœur bat, l'intestin se meut, le foie fonctionne, non-seulement sans participation de la volonté, mais en dépit d'elle. Essayez de vous asphyxier en arrêtant votre respiration et vous ne tarderez pas à recevoir une bonne leçon sur l'impuissance de la volonté. Les mouvements associés, ceux de la marche, de la main qui écrit ou court sur le piano, ne s'obtiennent pas parce qu'on le désire et le veut, mais en les apprenant par un long exercice. Lorsque la volonté dicte un mouvement, elle ne fait que mettre en liberté, pour ainsi dire, la réaction appropriée, qui a été organisée ou incarnée dans les centres moteurs. Si nous *voulons* contracter un muscle *isolément*, nous ne le pouvons pas ; si nous *voulons* exécuter séparément des mouvements associés par l'habitude, cela nous devient très difficile ; enfin, chez un homme frappé de paralysie, la volonté, oubliant son impuissance, commande un mouvement devenu impossible par la rupture des conducteurs qui portent l'excito-motricité, la volition aux muscles, excitation volontaire dont nous n'avons aucune conscience.

Dans les processus intellectuels, la volonté ne commande pas davantage que pour les mouvements; car comme la formation de nos idées s'effectue lentement, grâce à l'expérience, et comme l'association entre elles s'organise également d'après l'expérience, les deux procédés se passant en dehors de la conscience, il est évident que la volonté ne détermine ni le sujet de la pensée ni les lois de l'association des idées. Quand une idée se présente à l'esprit, elle donne le branle à une série d'idées, qui n'est ni irrégulière, ni modifiable au gré de la volonté, mais bien régulièrement ordonnée par la culture individuelle. Chacun sait que l'on ne dirige pas ses idées comme on veut, pas plus qu'on n'a la puissance d'arrêter celles qu'on a. Une idée pénible, comme tout le monde peut en avoir fait l'expérience, revient souvent, encore et toujours, malgré les efforts de la volonté pour s'en débarrasser. Il est vrai que certains individus peuvent chasser une idée pénible, mais ils ne le peuvent faire qu'en rendant clairement consciente, au moyen

(1) « Toute idée, posée à l'état de possible, a une certaine valeur; la délibération a pour objet d'en déterminer le degré, et la liberté consiste à supprimer l'une des deux idées qui étaient apparues ensemble, et à laisser carrière à l'autre. Nous pouvons donc enrayer la réalisation d'une idée ou la laisser s'accomplir. C'est en cela que consiste notre liberté » (L. Liard, *Loc. cit.*, p. 406).... Si « nous n'agissons pas tous de la même manière, c'est parce que nous ne pensons pas tous de la même façon; notre façon d'agir se modifie selon que se modifient nos idées. Mais, malgré ce déterminisme apparent, nous sommes libres, car nous créons nous-mêmes nos idées... Tout homme est essentiellement libre; mais tous les hommes ne le sont pas au même degré. (Liard, p. 407). Mais s'il en est ainsi, où commence la liberté *suffisante* pour que l'on soit responsable de ses actions? Et puis, est-il bien sûr que nous créons à volonté notre courant d'idées?

de l'attention, une idée, qui se lève à l'horizon psychique et qui submerge l'ancienne, non toutefois sans que cette dernière n'oppose une certaine résistance avant de disparaître dans les profondeurs obscures de l'intellect. L'activité volontaire n'est au fond qu'une action réflexe, dans laquelle un mécanisme cérébral très complexe incarnant dans sa structure les expériences passées, s'interpose entre l'impression qui vient du dehors, et l'impulsion motrice qui y va.

Imaginons avec Maudsley, que la première idée qui se présente à l'esprit de l'enfant, réagisse à l'extérieur et laisse ses traces dans les centres nerveux ; toutes les fois qu'elle s'y présentera de nouveau, il y aura une tendance à reproduire la même réaction. Mais si l'action correspondante cause de la douleur à l'enfant, il se formera dans son esprit une nouvelle idée, dont l'énergie sera opposée à la première. Si alors la première idée revient, elle ne produira pas directement sa réaction, mais elle excitera l'activité de la seconde idée, qui est inhibitoire par rapport à la réaction de la première. Nous avons là l'exemple le plus simple d'une volition : l'enfant s'est *volontairement* abstenu ou a *volontairement* fait autre chose, parce qu'il avait la croyance, acquise par l'expérience, que l'acte qu'il n'a pas fait, aurait été pénible pour lui. Mais l'impulsion qui a déterminé son choix, ne jaillit pas d'une puissance autonome et occulte, mais de la propriété fondamentale de l'élément nerveux qui le pousse à rechercher ce qui lui est agréable et à éviter ce qui lui est désagréable. — Comme les idées se multiplient dans l'esprit et qu'elles s'enchaînent en séries, il va de soi que le procédé devient de plus en plus compliqué ; les empreintes des volitions passées restent dans l'esprit et rendent les volitions à venir semblables, plus faciles et plus définies, et par leur persistance dans le substratum de l'esprit ainsi que par leur influence ou évocation réciproque, la nature de nos actions est modifiée sans que nous nous en apercevions. Chacun a éprouvé, qu'un acte tout d'abord pénible et exigeant un effort désagréable de la volonté, devient, à force d'être répété, beaucoup moins désagréable et même aisé. Mais le phénomène ne s'arrête pas là. Tous les actes du même genre deviennent plus faciles, et notre manière de sentir par rapport à eux, ainsi que le jugement que nous portons sur eux, se modifient profondément. C'est ce que l'on a voulu exprimer en disant : « Il n'y a que le premier pas qui coûte. » La volonté devient en quelque sorte inconsciente et automatique. Cette loi physiologique a une influence considérable dans la façon dont un individu quelconque se conduit dans la vie, et à ce point de vue encore, on entrevoit combien le mauvais exemple est pernicieux.

La volonté est donc un pouvoir que chaque individu développe en lui-même par un exercice intelligent, et à force de se répéter, ce pouvoir devient automatique, *instinctif* comme on dit. Ce pouvoir est orienté, aiguillé pour ainsi dire par le caractère, essence individuelle qui décide de ce qu'un homme sentira et fera, pensera et croira. Les hommes sont en quelque sorte prédestinés par leur caractère à être spiritualistes ou matérialistes, orthodoxes ou hérétiques ; ils ne peuvent vraiment croire ce que leur caractère se refuse à assimiler, « pas plus que la corde d'une harpe ne peut donner

un son qui ne soit le sien », et ils sont sincèrement étonnés que d'autres ne voient pas les choses comme ils les voient.

Le rayon de leurs pensées et de leurs croyances est conditionné par leurs rouages nerveux hérités ou acquis, et jamais un raisonnement froid et logique n'a opéré une réforme dans les croyances. Pour que celle-ci ait lieu, il faut le temps avec lequel tout change, les manières de sentir comme le reste. Mais la volonté n'est pas sans action cependant sur le caractère, en ce sens qu'elle peut déterminer les circonstances, en nous plaçant dans certaines conditions de milieu, qui, dans la suite, le modifient graduellement. Mais alors encore tout acte de volonté subséquent sera influencé fatalement par le caractère modifié ou la nature acquise. Alors que nous vantons notre constance, un témoin qui nous observe, reconnaît les changements survenus en nous. Pour se convaincre combien le *moi* est variable avec le temps, il suffit de faire un retour vers le passé ; souvent on a alors peine à croire qu'on ait participé à certains événements.

Produit du désir illuminé par la réflexion, la volonté « représente une réaction admirablement adaptée de l'homme à la meilleure intuition possible des rapports au milieu desquels il vit. » De là vient toute la puissance d'un réformateur calme et réfléchi, tandis que celui qui se laisse entraîner par une passion ardente, constitue un véritable explosif qui trouble le monde un moment par ses fastes et ses innovations prématurées.

Dans la volonté, il y a conflit, combat entre deux idées opposées, et dans ce duel, la conscience qui s'imagine jouer un rôle, n'est qu'un témoin, un spectateur. Chimène est tentée de se jeter au cou de Rodrigue : elle s'arrête, car elle se souvient que Rodrigue a tué son père. Cette force inhibitrice, c'est la volonté. Force bien fragile, car quelques verres de champagne peuvent la faire chavirer. On a confié un secret à mon honneur; aucune crainte, je ne parlerai pas. On me fait boire, ma langue se délie, et comme un indiscret, comme un traître même, je raconte ce qu'on m'a confié. Le vin a eu raison de la force suspensive ou inhibitrice qu'on appelle la volonté. Eh bien ! tous les impulsifs, les hystériques, les somnambules, sont dans ce triste cas. Cette faculté d'arrêt est étroitement liée au fonctionnement du cerveau ; elle dépend de son état de santé. Comme toutes les opérations mentales, elle peut s'exercer, se cultiver ; c'est là l'influence souveraine de l'habitude.

L'acte résulte fatalement de la vigueur relative de deux images antagonistes. Il est facile de le prouver. Voici un individu qui entre dans la salle de jeu de Monaco ; il se demande s'il va ou s'il ne va pas jouer à la roulette. Cet homme se sent libre, il sait qu'il peut jouer ou s'abstenir et tous les sophismes du monde ne pourront lui ôter cette idée de liberté. Il y a en lui deux images, deux émotions si l'on veut, motifs d'actes qui se balancent à peu près. D'une part l'image du jeu, idée de plaisir et de gain ; d'autre part, l'image de la sottise du jeu et de la perte. Suivant l'importance qu'il attache à l'une ou à l'autre de ces images, il jouera ou ne jouera pas, mais dans un cas comme dans l'autre, la décision prise sera la résultante de la prépondérance de l'une ou l'autre idée.

Supposons, d'une part, que c'est un bon père de famille qui sait qu'il a besoin de l'argent qu'il a dans sa poche pour faire honneur à ses affaires, et d'autre part que ce n'est pas un joueur et qu'il est convaincu qu'il perdra ;

l'image de la perte et de ses cruelles conséquences l'emporte, nécessairement il ne jouera pas. — Mais s'il est joueur, la passion et l'idée du gain l'emportent, il jouera. Autrement dit, il ne pourra croire à sa liberté que si les deux motifs opposés sont d'égale force. C'est quand il en est ainsi que nous nous sentons tiraillés, ballottés, entre deux excitations contraires ; nous nous croyons libres alors, mais en réalité nous obéissons toujours au motif le plus puissant (Ch. Richet).

L'attention peut intervenir, il est vrai, pour faire pencher le plateau de la balance. Si chez le personnage de tout à l'heure, l'image du déshonneur se présente avec une très grande intensité, par exemple, cette image efface tout le reste et détermine l'abstention. Mais, outre que l'attention n'est pas toujours libre, et qu'elle n'a guère d'action que sur les images indifférentes, car *ventre affamé n'a pas d'oreilles*, elle n'agit que sur la direction de l'esprit, ce qui est précisément le contraire de la liberté, puisque, au lieu de commander à ses idées, on en devient l'esclave. Ce qui nous donne l'illusion de liberté c'est que nous n'apercevons pas les causes de nos actions ; elles sont perdues dans la masse des images inconscientes. Ne connaissant point ces causes nous sommes amenés à les nier et à mettre sous la rubrique de *volonté* ce qui est la conséquence nécessaire d'impulsions inconnues et irrésistibles, puisque à chaque instant l'idée jaillissant de l'inconscient se présente à l'horizon de la conscience pour replonger dans les profondeurs de l'inconscient.

Une somnambule reçoit, étant endormie, l'ordre de donner un soufflet à M. X. ou de jeter un livre au feu. On la réveille, le souvenir de l'ordre donné n'est plus dans sa conscience, elle ne s'en souvient pas. L'ordre y est encore cependant, inconscient et ignoré ; et alors elle donne une giffle à M. X. ou elle jette le livre au feu, sans savoir pourquoi, obéissant à une cause qu'elle ignore. Bien plus, si elle se demande pourquoi elle a fait cette action, elle s'imagine qu'elle a agi librement et qu'elle pouvait aussi bien ne la point commettre que de la commettre. Et cependant sa détermination n'était pas libre ; elle a été déterminée par un souvenir, inconscient et ignoré d'elle (Ch. Richet). N'est-ce pas la preuve que nos actes, en apparence les plus libres, sont déterminés par des causes inconscientes ?

Le *phénomène central de la volonté* est très probablement de l'ordre des idées associées. Les idées sont des « chaînes de pensées » dont le point de départ est dans une sensation (impression sensitive) et dont le point terminal est à son tour une idée associée à une excitation nerveuse (volonté) ; en un mot les phénomènes matériels qui se passent dans le cerveau ne se distingueraient des simples phénomènes réflexes que par une extension plus grande, soit dans le temps, soit dans l'espace (Hermann).

Les lésions du cerveau détruisent les *manifestations volontaires* et provoquent la *paralysie croisée*. Les phénomènes de motilité comme les phénomènes de sensibilité, sont soumis à des associations. Un centre entre en action, son activité se répercute sur un centre voisin et ainsi de suite. C'est là le mécanisme des *mouvements associés*, que ces mouvements soient d'ordre purement réflexes (marche, natation, etc.), ou d'ordre volontaire. Cette association est toute faite dans la moelle par les différents centres réflexes ; le cerveau qui est relié à ces centres, ne fait que leur communiquer l'ordre d'entrer en fonction.

§ VI. — Les Centres nerveux moteurs.

La conséquence naturelle d'une sensation est un mouvement, qui s'accomplit nécessairement à moins qu'il soit empêché ou ne se transforme en une activité équivalente. Les mouvements effectués par un centre nerveux particulier laissent leurs empreintes respectives, et ces mouvements, au fur et à mesure qu'ils se répètent, s'organisent et s'incarnent si bien dans son mécanisme, qu'ils peuvent se reproduire automatiquement. Il se forme ainsi dans le cerveau, des centres moteurs, des centres de mouvements latents ou potentiels. Ces centres contiennent les moyens par lesquels la sensation, l'idée, la volonté effectuent les mouvements organisés et associés ou les empêchent par une action d'arrêt. L'éducation consiste au fond à associer les courants sensitifs éveillés par les impressions externes, avec les courants moteurs qui sont les réactions harmonisées de l'individu aux impressions qui le frappent. C'est ce qui fait que l'idée d'un mouvement, c'est déjà le mouvement qui commence, de même que l'attitude parallèle à une émotion, c'est déjà cette émotion qui s'organise. Lorsque au moment opportun, le mouvement coordonné et convenable constituant un mot a été exécuté, par exemple, par les centres moteurs associés bulbo-protubérantiels, comme un simple acte réflexe provoqué par une impression auditive, un *écho* de cet acte, si l'on peut ainsi dire, se propage aux centres représentatifs de l'écorce du cerveau par les fils sensitifs. La répétition de cet acte laisse son empreinte, c'est-à-dire le résidu perceptif du son, dans les centres sensoriels corticaux, et dans les centres moteurs corticaux, le résidu correspondant ; de telle sorte que lorsqu'ensuite le mot est prononcé volontairement, les résidus sensoriels excités, éveillent à leur tour les résidus moteurs correspondants, qui alors agissent par les fils centrifuges sur les centres moteurs. Voilà au fond une action réflexe, et cette action réflexe constitue fondamentalement le mécanisme du langage volontaire que nous n'acquérons, comme chacun sait, qu'en imitant le son des mots.

Ce mécanisme rend compte que le langage parlé puisse être aboli par différentes causes. Que le nerf acoustique soit détruit en un point de son trajet, l'individu devient sourd, mais *sourd seulement* si préalablement les images des sons verbaux ont été organisées dans son cerveau, et *sourd-muet*, si la surdité précède l'acquisition des images sonores, c'est-à-dire s'il vient au monde sourd. Si les centres perceptifs des sons sont détruits, le sujet perd toute mémoire des mots, et devient incapable de comprendre ou de répéter volontairement les paroles qu'on lui adresse. Mais, on conçoit qu'en pareille occurrence, il puisse encore prononcer un mot comme réaction réflexe sensorio-motrice, pourvu que le centre auditif et ses fils moteurs soient intacts. Dans cet état, il ne manque pas d'idées, puisqu'il possède encore les images des centres perceptifs des autres sens, et de plus, ces idées pourront encore être exprimées en mots, résultat de leur action sur les images motrices correspondantes.Sans doute, si

nous lui parlons, notre sujet ne comprendra rien, mais il pourra reconnaître par le toucher, par la vue, l'objet qu'on lui présentera, et pourra en prononcer le nom. Les fibres qui relient les centres auditifs corticaux et les centres de la mémoire motrice d'articulation sont-ils coupés, l'individu comprendra tout ce qu'on lui dira, mais ne pourra pas, au moyen du son, choisir le mot approprié, tout en étant parfaitement conscient de l'erreur qu'il commet en employant un autre mot et tout en étant capable d'actionner les images motrices qui sont ressuscitées par les images sensorielles des autres sens. Si enfin le foyer moteur d'articulation des sons est détruit dans le lobe frontal du cerveau, l'individu devient incapable de prononcer un seul mot volontairement, tout en comprenant ce qu'on lui dit, ni de nommer un objet, tout en pouvant quelquefois prononcer un mot, comme réaction excito-motrice pure. Ainsi s'organisent dans les centres nerveux supérieurs les intuitions motrices des sensations, et dorénavant elles peuvent être éveillées par des incitations provenant des images sensorielles émanant de tous les autres sens, et servir à exprimer des idées. Ainsi la vue, le toucher, le goût, l'olfaction pourront exciter le mot approprié sans l'intervention des images auditives. Et pour montrer combien est étroit le lien qui unit et associe l'impression sensorielle à la réaction motrice correspondante, il suffit de se rappeler que certaines personnes, d'une culture mentale peu développée, ne se contentent pas de la représentation mentale d'un mot pour bien comprendre une question : elles ont besoin pour cela de répéter la question à voix basse ou à haute voix pour arriver à une bonne compréhension. Tout cela explique fort bien que l'aphasique n'ait point perdu toute intelligence.

Du reste, sans aller jusqu'à dire avec MAX MULLER et d'autres linguistes, que la pensée dans le sens de raisonnement est impossible sans langage, — car le sourd-muet est une réfutation absolue d'une telle opinion, — nous devons avouer que la parole est l'organe le plus admirable de la pensée. Mais à celle-ci concourent toutes les « intuitions motrices », c'est-à-dire tous les signes et tous les genres d'expression. C'est dans ce sens, mais dans ce sens seulement, qu'on peut dire que la pensée est impossible sans langage.

Dans les rêves, dans l'ivresse, dans l'aliénation mentale, il y a des *hallucinations motrices*. Dans ce cas, un trouble des centres des intuitions motrices engendre dans la conscience des illusions sur l'état momentané des muscles, de manière qu'un individu, étendu dans son lit, se figure qu'il tombe dans un précipice profond ou s'imagine qu'il vole en l'air. Quand les intuitions motrices désordonnées réagissent à l'extérieur au lieu de rester dans le domaine profond de la conscience, il en résulte des convulsions au lieu d'hallucinations. Les phénomènes des convulsions morbides prouvent à eux seuls l'existence de centres moteurs indépendants. Tout mouvement, qui, à l'état normal, peut être évoqué par la volonté, peut aussi être quelquefois exécuté involontairement, même inconsciemment comme acte convulsif. ROMBERG a cité l'exemple de *spasmes rotatoires* ou *ascensionnels* (actes de grimper) irrésistibles chez des choréiques, et les épidémies démoniaques du moyen-âge n'avaient point d'autre origine.

Du reste, un homme peut avoir la volonté de faire un acte dans un but défini sans pouvoir y arriver, alors qu'il n'est nullement paralysé. Cela survient quand il y a analgésie ou perte du sens musculaire.

Ch. Bell et Maudsley racontent chacun le cas d'une femme qui avait perdu le sens musculaire dans un bras, et qui, nonobstant, pouvait tenir un objet, un enfant, une cruche, etc., sans le laisser tomber, mais à la condition de ne pas le perdre des yeux : aussitôt qu'elle cessait de le regarder, elle le laissait tomber. De même le tabétique oscille et tombe s'il ferme les yeux ; de même encore l'homme ivre se maintient assez bien debout quand il a les yeux ouverts, mais lorsqu'il les ferme, il a la sensation de chanceler, de tomber. Dans les deux cas il y a engourdissement du sens musculaire. La preuve que nous apprécions la position d'un objet dans l'espace par la conscience de l'effort qui accompagne les impulsions motrices est fournie par l'expérience suivante: si le muscle droit externe est soudainement paralysé, et que le patient essaye de tourner l'œil en dehors, il a l'illusion d'un mouvement des objets dans la direction où il s'efforce en vain de regarder.

« Cela est dû à ce qu'il croit que l'œil se meut, tandis qu'il reste immobile, la conscience de l'effort est projetée au dehors et produit l'illusion dont il s'agit. »

Nous prenons donc la notion d'espace dans les mouvements des muscles de l'œil. Nous devons surtout au sens musculaire et aux impressions tactiles le développement de nos idées fondamentales de résistance, de solidité, de grandeur et d'espace ou distance. C'est surtout le sens musculaire qui nous permet de diriger nos mouvements et de régler leur force. Il s'ensuit que lorsque ce sens est détruit, comme cela arrive dans la paralysie générale par exemple, l'homme privé du contrôle de ce sens, ne sait plus apprécier les rapports externes, et se suggère des intuitions fausses et un pouvoir extravagant: il rêve les yeux ouverts.

Que le mouvement soit purement réflexe ou volontaire, il provient dans les deux cas directement du centre moteur qui est le siège de la potentialité de sa manifestation; dans les deux cas il est réflexe, qu'il soit purement sensitivo-moteur ou idéo-moteur, mais dans le premier cas le stimulus vient directement des organes des sens, dans le second des circonvolutions cérébrales. La volonté implique une conception du but à atteindre ; la conception de ce but exige, pour sa transformation ultérieure, une intuition motrice appropriée, et celle-ci devient effective, grâce au fonctionnement normal de la sensation musculaire et à l'intégrité des nerfs moteurs et des muscles eux-mêmes (Maudsley).

La parole montre combien le lien entre l'impression et l'acte est mécanique. Radcliffe rapporte l'histoire d'une petite fille qui parlait couramment l'anglais, l'allemand et le français, mais qui ne pouvait répondre que dans la langue qu'on lui parlait. Chez elle trois impressions sonores différentes pouvaient éveiller la même idée, et chaque idée pouvait être exprimée par trois séries différentes de mouvements. Cela démontre comment le son domine l'articulation des mots.

Du reste nous savons que le langage vocal a son origine dans le langage émotionnel, langage mimique, gestes et cris ; aussi les mots varient-ils encore de valeur suivant le ton qui les accompagne. C'est ce que l'on exprime en disant : « c'est le ton qui fait la chanson. »

Bref, pour terminer, je dirai que « l'intelligence est l'assimilation et

l'intégration continues, suivant des rapports fixes, d'états de conscience incessamment diversifiés. » C'est l'organisation d'expériences en parallèle concordant avec le développement du système nerveux. Et ce n'est pas le résultat simple de l'organisation individuelle ; car les combinaisons psychiques ne sont pas seulement déterminées par l'organisme actuel, mais aussi « par les *expériences de la race* d'organismes d'où sort l'organisme individuel, lesquelles, par une répétition infinie dans d'innombrables générations successives, ont établi ces conséquences à *l'état de relations organiques* (H. Spencer) »... La chaîne des ancêtres et des descendants est continue, et des uns aux autres, l'hérédité transmet comme un capital inaliénable la somme des modifications subies et conservées.

Et qu'on ne l'oublie pas, la variation, la variabilité, est l'essence même des organismes vivants. Aucun descendant n'est absolument le portrait de ses ascendants. La modification, accidentelle en ce sens que ses causes nous échappent la plupart du temps, se propage et s'accroît si elle est utile et avantageuse dans l'implacable *struggle for life*, et par sélection finit par devenir un caractère de race ; est-elle désavantageuse, elle disparaît parce que l'individu qui la porte succombe dans la lutte sourde et incessante de la vie. C'est de la sorte que le développement progressif des organismes a été en quelque sorte fatal, et que corrélativement à la marche incessante vers le mieux du système nerveux et des organes des sens grandissait sans cesse à son tour le pouvoir mental.

L'intelligence a des aspects variés. Le plus simple est l'action réflexe par où elle commence, action qui est déjà une relation interne ajustée à une relation externe, pour parler le langage de Spencer. Bien que très voisine encore de l'action purement physique, l'action réflexe porte déjà cependant le caractère de l'action psychologique.... C'est de cette forme inférieure que se sont dégagés, par suite d'une complication croissante à travers les âges des relations adaptées, l'instinct et la raison.... L'action réflexe composée qu'est l'instinct, sort en effet, par accumulation d'expériences, de l'action réflexe simple.... L'action alors suit l'impression.... Plus tard, avec la raison, l'action psychique a lieu sans entraîner nécessairement à sa suite l'acte physiologique. Mais comme auparavant le mouvement avait suivi l'impression, ces impulsions avortées sont autant de *réminiscences* des mouvements autrefois engendrés. L'automatisme des réactions diminue à mesure que grandit la mentalité et des actes réflexes et instinctifs se dégage la raison. Les idées innées, les intuitions, sont des acquisitions de la race, parce que la cohésion des états psychiques est proportionnelle à la répétition de l'expérience et que les successions psychiques habituelles établissent une tendance héréditaire aux mêmes successions.... De la sorte, les vivants se relient aux morts.

CONCLUSIONS

Nous ne prenons connaissance du monde extérieur que par nos *sens*; l'impression se traduit en dedans de nous par la *sensation* (perception de l'objet vu, entendu, touché, etc.). Nous ne prenons connaissance de nous-mêmes, de notre propre corps, que par la sensation vague de l'ordre des sentiments (sensations internes). Mais l'événement intérieur que nous appelons sensation et qui se produit en nous lorsque nos nerfs sont ébranlés par une impression du dehors, se reproduit en nous sans impression extérieure nouvelle : cette reproduction automatique d'une sensation est une *image mentale*. Cette image, symbole de la sensation, est donc directement reliée à l'expérience, de même que la sensation est reliée à la classe des phénomènes physiques, puisqu'elle a pour corollaire obligé et nécessaire un mouvement moléculaire des centres nerveux. Il y a plus, la sensation résume en elle la «substance» et la «force», la «matière» et le « moi », puisqu'il n'y a rien de réel dans la Nature sauf des trames d'événements liés entre eux et à d'autres (1).

Or, de même que le corps vivant est un polypier de cellules mutuellement dépendantes, l'esprit est un polypier d'images mutuellement dépendantes. Substitut de la sensation, « à quelque point de vue qu'on la considère, on voit l'image coïncider avec la sensation. Elle fournit aux mêmes combinaisons d'idées dérivées ou supérieures : le joueur d'échecs qui joue les yeux fermés, le peintre qui copie un modèle absent, le musicien qui, d'après son cahier, entend une partition, portent les mêmes jugements, font les mêmes raisonnements, éprouvent les mêmes émotions que si l'échiquier, le modèle, la symphonie frappaient leurs sens. Elle provoque les mêmes mouvements instinctifs et les mêmes sensations associées :

(1) Une cloche résonne aux alentours, le son est dans mon oreille et pas ailleurs, et cependant mon esprit le reporte au loin. La preuve, c'est que si on me coupait les nerfs auditifs ou que si subitement je devenais sourd, je n'entendrais plus rien. Mais, qu'ainsi devenu insensible aux sons je me transporte vers le point où j'ai entendu tinter la cloche et je verrai une cloche que fait résonner une main qui tire sur une corde. Arrivé à ce point de l'expérience que subitement je devienne aveugle et privé de tout sens du toucher, il me deviendra alors impossible de faire la preuve qu'il y avait là une cloche qui avait sonné. Mais, qu'enfin, animé comme d'une force vive et automatique, je sois précipité contre la cloche, je suis arrêté subitement dans ma course : cet arrêt brusque, cette résistance, c'est la seule preuve que nous ayons de l'existence de la *matière*, et encore peut-on soutenir que celle-ci se résout en la notion de *force* ou de *mouvement*.

l'homme à qui l'on présente un mets dégoûtant, qui va subir une opération chirurgicale, qui se rappelle un accident douloureux ou terrible, frémit, sue, a la nausée, par la seule présence de l'image, comme par la présence de la sensation elle-même. Quoique ordinairement fragmentaire, fugitive et plus faible, elle atteint en plusieurs cas, dans l'extrême concentration de l'attention excessive, dans les émotions violentes et subites, au voisinage immédiat de la sensation correspondante (*loi de l'intensité*), la plénitude des détails, de netteté, l'énergie, la persistance de la sensation. » (H. Taine, *De l'Intelligence*, I, p. 124, Paris, 1878). Enfin, prise en elle-même, et affranchie de la réduction que lui impose son correctif spécial, chaque image parce qu'elle n'est que la représentation mentale d'une sensation, tend automatiquement à s'extérioriser (1) et à donner l'illusion de la folie. Cette extériorité apparente de toute image ne dure qu'un moment imperceptible dans l'état physiologique, parce qu'elle est redressée par une autre sensation ou une autre image contradictoire qui se dresse devant elle, par l'enchaînement de nos souvenirs et de nos jugements (*image correctrice*) mais elle peut durer plus longtemps dans le rêve, l'extase, le somnambulisme, le hachichisme, et persister à l'état plus ou moins permanent dans l'hallucination et le délire de la folie (2).

Si l'image tend à s'extérioriser, elle tend aussi à se répéter (*loi du retour*). Elle jaillit sans cesse des profondeurs de l'Inconscient pour y replonger bientôt, reliée à l'image qui la précède, rattachée à celle qui la suit. Enfin, comme dans

(1) Toute sensation tend à s'extérioriser. Le son qui résonne dans notre oreille, nous avons appris à le reporter à une distance convenable. Nous ne prenons connaissance des distances que par les petites sensations qui ont pour point de départ les muscles du globe de l'œil, et cependant nous oublions ces sensations dans l'appréciation des distances. Je pince au bras le nerf médian et je « sens », je « localise » l'impression au bout de mes doigts. Tout cela parce que nous localisons nos sensations à l'endroit où nous avons coutume de rencontrer leurs causes ordinaires.

Cette localisation s'opère par l'adjonction d'images visuelles ou tactiles et musculaires accolées à la sensation présente. C'est là une acquisition de l'expérience en rapport avec l'*éducation des sens*. Si l'objectivation extérieure, — en dehors des sensations subjectives, illusoires et hallucinatoires, — encore qu'hallucination vraie, concorde néanmoins avec l'objet, c'est qu'à ce fantôme intérieur correspond trait pour trait une nécessité ; les variations et les différences de l'objet coïncident avec les variations et les différences de nos sensations, nos sensations se sont ajustées aux choses externes.

(2) J'ai les yeux ouverts ou fermés, je rêve, je vois une tête de mort devant moi, quoiqu'il n'y ait aucune tête de mort. C'est que quand les nerfs ne veillent pas, quand les sensations ou images correctrices sont engourdies (rêve, hypnotisme, attention extraordinaire exclusivement portée sur un objet), les images mentales aboutissent à une perception affirmative, car la perception extérieure est une hallucination vraie. Voilà pourquoi, dans l'exemple choisi, je vois une tête de mort alors qu'il n'y en a pas. Si dans l'état physiologique l'hallucination n'aboutit pas, c'est que l'image contradictoire et correctrice en vertu des expériences antérieures, est là qui vient la réprimer. Les hallucinations hypnagogiques et psycho-sensorielles se manifestent quand la « cloche » cérébrale sensitive vibre seule, alors que les cordons (nerfs) qui la font résonner d'ordinaire sont endormis.

Sans la présence constante de la sensation ou de l'image contradictoire et correctrice, l'*illusion* déjà si facile, déjà si fréquente, serait permanente. Voici un bâton plongé à demi dans l'eau ; il semble courbé, quoiqu'il soit droit. En chemin de fer, alors que deux trains sont *stationnés* côte à côte, il nous semble que nous marchions quand c'est l'autre qui se met en route, ou bien, une fois lancés et sans vertige, nous voyons les *arbres courir* : en bateau, avec un peu de vertige, nous sentons et nous voyons l'*eau fuir* sous nos pieds, à tel point qu'il faut se ressaisir parfois pour se convaincre que c'est une illusion.

Si nous redressons ces images fausses, c'est en vertu de l'éducation des sens et de l'expérience. Et dans l'extériorisation des sensations et des images, si l'hallucination physiologique correspond, malgré sa fausseté, à la « vérité », c'est en vertu de l'adaptation de l'ordre interne à l'ordre externe.

la vie, les sensations ne sont jamais isolées, mais forment, comme les événements eux-mêmes, une chaîne sans fin, il s'ensuit que la résurrection des images, symboles des sensations, est toujours une résurrection en série *(loi de l'association)*. L'association des images, partant des idées, voilà le bagage mental à l'aide duquel nous pensons; la liaison des images, voilà la *personne morale*, — à tel point, que si la personnalité est partagée en deux groupes d'images, bien isolés, de telle façon que l'un n'éveille aucun des éléments de l'autre, on aura, — ainsi que l'ont montré les malades de Macnish et d'Azam, ainsi que l'on peut le provoquer expérimentalement chez les hypnotisées, — un *dédoublement de la personnalité*, deux personnes morales dans un même individu (1).

On arrive de la sorte à concevoir l'histoire des images et partant des idées dans l'esprit humain. Chaque impression est portée au cerveau par les nerfs, elle y laisse une empreinte indélébile sous la forme d'une sensation ; cette sensation tend à renaître sous la forme d'une image intérieure qui la répète et qui peut se répéter elle-même. Mais comme les sensations sont nombreuses et à chaque instant remplacées par d'autres, sans trêve ni fin, jusqu'au terme de la vie, il y a conflit de prépondérance, lutte pour l'existence entre les images, et, quoique toutes tendent à renaître, celles-là seules renaissent qui possèdent les qualités exigées par les lois de la reviviscence; toutes les autres, quoique toujours possibles, demeurent dans le domaine de l'Inconscient, selon les lois de l'effacement.

Nous comprenons maintenant la nature de l'image. En ressuscitant la sensation, elle la remplace, elle en est le *substitut*. Réunie à d'autres images, groupée avec elles en séries, elle constitue les souvenirs, c'est-à-dire la connaissance des événements passés ; associée aux sensations des divers sens (vue, ouïe, toucher, etc.), elle constitue les perceptions acquises, c'est-à-dire tout ce qui dans la connaissance des objets individuels extérieurs dépasse la sensation actuelle brute. Par la faculté d'évocation et du souvenir, les images d'un certain genre et associées d'une certaine façon, constituent les prévisions, c'est-à-dire la connaissance des événements futurs. L'image, en ressuscitant la sensation, non seulement la remplace, mais a sur elle des avantages nécessaires, indispensables dans la mécanique psychique, puisque « la connaissance soit des événements futurs ou passés, soit des propriétés groupées qui composent chaque objet individuel extérieur, n'est possible que par la *substitution* des images aux sensations. » (Taine, *Loc. cit.* I, p. 127).

Par la propriété qu'elles ont de ressusciter automatiquement, ces images s'associent et s'évoquent entre elles selon leur tendance plus ou moins grande à renaître et suivant leurs affinités, et forment des séries. Ces séries, plus ou moins complexes, accolées aux sensations et les unes aux autres, constituent, selon l'espèce et le degré de leur affinité ou de leur antagonisme, des perceptions extérieures, des souvenirs, des prévisions, des conceptions, des actes de conscience.

Enfin, les signes qui les résument et les remplacent forment des idées générales, et par suite, des jugements généraux (H. Taine).

(1) Voyez à ce sujet : Binet et Feré. *Le magnétisme animal*, Paris, Alcan, 1891.

Les images, en effet, ont leurs *signes*, et l'importance des signes, chiffres, lettres, noms communs, dans la mécanique psychique, est considérable. Sans eux la plupart des opérations de l'esprit seraient restées dans une enfance lamentable ; sur eux, en particulier, repose la science des nombres et du calcul, l'arithmétique et l'algèbre, sciences éminemment fécondes. En arithmétique on substitue aux objets réels qu'on imaginait d'abord (expérience première) des chiffres qui les remplacent *quant au nombre* ; en algèbre, on substitue au chiffre la lettre qui remplace la fonction et le rôle du chiffre dans l'équation où il doit entrer. L'un et l'autre, chiffre et lettre, sont les *substituts* des objets, signes extrêmement avantageux qui nous permettent d'élever très haut le raisonnement et la compréhension quintessenciée des choses.

Considérons le premier nombre venu, par exemple 20. Quand je lis ce signe, je comprends bien sa réelle signification, c'est-à-dire j'imagine nettement ce qu'il remplace : 20, c'est par définition 19 plus 1 ; en d'autres termes, énumérer 20, c'est répéter 20 fois 1. — Nous ne pouvons point percevoir vingt choses à la fois, à plus forte raison, 100, 1.000, 100.000, 1.000.000. Eh bien ! par la substitution du chiffre à la chose, nous pouvons, en substituant des noms à des noms, arriver au même effet auquel arriverait une créature infiniment mieux douée que nous, c'est-à dire à l'équivalent d'une expérience que nous n'avons pas faite et que nous ne pouvons pas faire.

Le chiffre le plus élevé auquel nous puissions atteindre n'a qu'un sens : c'est un nom auquel on ajoute l'unité. Si nous redescendons les échelons de milliards en milliards, de millions en millions, de milliers en milliers, de centaines en centaines, nous retouchons à l'expérience dont nous étions partis, c'est-à-dire à l'unité. La grandeur (portion d'espace) apposée à la grandeur ; l'heure (portion de temps) apposée à l'heure, n'ont point de limite. Voilà la formule trouvée du temps infini, de l'espace infini. C'est l'*éternité*. Quand nous calculons, il nous semble que ce sont les choses les plus éloignées de notre expérience est les plus inaccessibles à nos sens qui nous soient présentes ; or, ce qui nous est présent, c'est un nom, substitut d'un caractère abstrait, qui est lui-même le substitut de la chose. En définitive, au bout de toute opération mathématique, il y a l'objet, il y a l'expérience.

Les *noms communs* jouent dans le langage un rôle analogue aux chiffres dans les opérations mathématiques. Le nom n'est que le substitut d'un objet, mais il le remplace aussi avec un avantage qui était nécessaire pour faire des raisonnements élevés et aboutir à l'abstraction. En voici la preuve : Essayez de vous représenter un myriagone, dirai-je avec Taine : Impossible de l'imaginer. Après vingt ou trente lignes tirées avec peine, quelque lucide que soit votre vue intérieure, l'image se brouille et s'efface ; et cependant ma conception du myriagone n'est ni brouillée, ni effacée. Le seul nom de myriagone, nom général que j'entends, me suggère une qualité commune à plusieurs objets, une chose générale, bref un caractère abstrait. Pourquoi ? Nous touchons au mécanisme de formation des idées générales.

Quand nous avons vu une série d'objets semblables, nous finissons, à l'aide des souvenirs, des comparaisons, c'est-à-dire par la résurrection de sensations, par en dégager un trait principal et saillant, et ce seul trait suffit à caractériser un groupe d'objets. De tous les arbres que nous avons vus, de tous les animaux que nous avons rencontrés, s'est ainsi développé en nous le terme général *arbre*, le terme général *animal*. Ce qui

reste sous ce nom, c'est le caractère principal, les traits accessoires et particuliers à chaque espèce d'arbres ou à chaque arbre, à chaque espèce d'animaux ou à chaque animal, individuellement pris, se sont effacés et annulés par leur contradiction mutuelle. Au dedans, cette conception est une image plus ou moins vague, celle d'une tige élancée reliée à la terre par des racines, épanouie vers le ciel et portant des feuilles, s'il s'agit d'un arbre; au dehors, elle est l'attitude et le geste imitatif du corps se traduisant par un mouvement, un son ou une métaphore; « dans le langage primitif, chez les peuples enfants, à l'origine de la parole, elle est une autre imitation poétique et figurative, dont nous retrouvons çà et là des fragments; aujourd'hui elle est un simple mot appris, une pure notation, reste desséché du petit drame symbolique et de la mimique vivante par laquelle les premiers inventeurs, véritables artistes, traduisaient leurs impressions. » (Taine, *Loc. cit.* I, p. 42)-

Derrière l'*objet* il y a donc toujours le *nom*, et l'objet réveille le nom comme le nom réveille l'objet. Le mot *Bœuf* dans l'oreille d'un Français éveille l'image de cet objet ; le mot *Ox* dans la même oreille n'éveille rien, tandis que dans l'oreille d'un Anglais il éveille l'image visuelle du Bœuf. Réciproquement la vue ou l'évocation de l'image d'un Bœuf réveille le mot correspondant. Le mot est donc indissolublement lié à l'objet qu'il représente mentalement. Pareillement le *nom général* est le représentant mental de la qualité commune et distinctive de tous les objets ou individus d'une même catégorie, et fait l'office d'une expérience que nous ne pouvons faire. C'est le symbole d'une image, et celle-ci est le représentant de la sensation ; « Par cette équivalence, les caractères généraux des choses arrivent à la portée de notre expérience; car les noms qui les expriment sont eux-mêmes de petites expériences de la vue, de l'ouïe, des muscles vocaux, ou les images intérieures, c'est-à-dire les résurrections plus ou moins nettes de ces expériences. »

Notre vie tout entière confinée dans les expériences diversifiées et continues ; tout entière faite d'impressions particulières et complexes, ne pouvait point prétendre aux conceptions générales. Par un merveilleux artifice, par le *nom*, la Nature a simulé en nous des impressions qui ne sont ni particulières ni complexes, mais des idées générales. L'arbre idéal, l'animal idéal, la sphère géométrique, n'existent pas dans la Nature, et cependant nous les avons imaginés avec netteté et précision. Le savant qui lit, croit raisonner sur des idées pures, alors que, s'il a soin d'écarter toute illusion psychologique, il se convainct qu'il raisonne sur des noms, signes eux-mêmes des images, celles-ci symboles des sensations.

A mesure que nos expériences deviennent plus nombreuses, nous remarquons un plus grand nombre de détails et de caractères dans un même objet. Son nom qui désignait d'abord le caractère unique qui nous avait frappés dans la première expérience superficielle, en désigne maintenant plusieurs autres. Il correspondait à une qualité abstraite, il correspond maintenant à un groupe de qualités abstraites ; il n'était que *général*, comme on dit, il est devenu *collectif*. Ici, nous touchons à l'esprit scientifique.

Pour l'ignorant ou l'homme vulgaire, un chien est un animal poilu à quatre pattes. Chez le naturaliste ce nom éveille bien d'autres images; par la pensée il revoit l'organisation intérieure tout entière de l'animal et le seul mot chien éveille en lui un cortège immense d'autres mots. Et comme nous pensons à l'aide des mots, on voit de suite l'abîme qui sépare l'esprit populaire de l'esprit cultivé. On a opposé à cette conception

des idées l'exemple du sourd-muet, qui, encore que privé de langage, n'en possède pas moins un raisonnement. Mais si le sourd-muet ne pense pas les mots et raisonne néanmoins, c'est qu'il a acquis des images par la vue et le toucher, et que ces images sont susceptibles, dans une certaine mesure, de remplacer les images auditives, chez lui absentes.

On voit toute l'importance du *langage articulé*, de la *parole*, dans la constitution de l'esprit, et l'on conçoit sans peine maintenant que l'homme seul se soit élevé aux idées générales et aux conceptions abstraites. Et si l'animal ne nous a point suivi, c'est, comme le dit Cl. Bernard, qu' « il y a un déterminisme absolu dans les conditions d'existence des phénomènes naturels, aussi bien pour les corps vivants que pour les corps bruts... », — et parce que « l'œil interne, comme l'œil externe, selon l'expression d'Helmholtz, a sa structure innée de laquelle il ne peut s'affranchir et qui impose à toutes ses perceptions un caractère forcé.

Du haut des cimes élevées de la psychologie, « on s'aperçoit qu'il n'y a rien de réel dans le moi, sauf la file de ses événements; que ces événements, divers d'aspect, sont les mêmes en nature et se ramènent tous à la sensation ; que la sensation elle-même, considérée en dehors et par ce moyen indirect que l'on appelle la perception extérieure, se réduit à un groupe de mouvements moléculaires. Un flux et un faisceau de sensations et d'impulsions (psychiques), qui, vus par une autre face, sont aussi un flux et un faisceau de vibrations nerveuses, voilà l'esprit. Ce feu d'artifice, prodigieusement multiple et complexe, monte et se renouvelle incessamment par des myriades de fusées; mais nous n'en apercevons que la cime. Au-dessous et à côté des idées, images, sensations, impulsions éminentes dont nous avons conscience, il y en a des myriades et des millions qui jaillissent et se groupent en nous sans arriver jusqu'à nos regards, si bien que la plus grande partie de nous-mêmes reste hors de nos prises et que le moi visible est incomparablement plus petit que le moi obscur. Obscur ou visible, ce moi lui-même n'est qu'un chef de file, un centre supérieur au-dessous duquel s'échelonnent, dans les segments de la moelle et dans les ganglions nerveux, quantité d'autres centres subordonnés, théâtres de sensations et d'impulsions analogues mais rudimentaires, en sorte que l'homme total se présente comme une hiérarchie de centres de sensation et d'impulsion, ayant chacun leur initiative, leurs fonctions et leur domaine, sous le gouvernement d'un centre plus parfait qui reçoit d'eux les nouvelles locales, leur envoie les injonctions générales, et ne diffère d'eux que par son organisation plus complexe, son action plus étendue et son rang plus élevé » (H. Taine, I, p. 9).

L'esprit comme le corps n'est qu'une ligne d'événements dont rien ne dure que la forme... un écoulement intarissable et perpétuellement changeant... une succession sans fin de météores kaléïdoscopiques qui ne flamboient que pour s'éteindre et reluire et s'éteindre encore... L'image de la conscience, toujours changeante, se reflète dans l'image de l'Univers, en perpétuels changements.

Ainsi l'âme humaine, loin d'être une entité, est une résultante, un composé des plus complexes ; c'est le produit développé d'innombrables éléments, et c'est à ce titre qu'on peut dire avec Leibnitz que l'esprit humain est un *miroir du monde*.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

DIAGRAMME DES TRAJETS NERVEUX CENTRAUX

---

1 Décussation des pyramides ou des cordons moteurs pyramidaux ;

2 Décussation des cordons sensitifs ou des rubans de Reil ;

2' Entrecroisement des pédoncules cérébelleux moyens (fibres arciformes) ;

3 Raphé bulbo-protubérantiel ;

3' Aqueduc de Sylvius ;

4 Noyaux gris de la protubérance annulaire ;

4' Ventricule moyen du cerveau ;

5 Noyau du toit (cervelet) ;

6 Noyaux gris du bulbe et du pont de Varole représentant la prolongation de la substance grise de la moelle (noyaux d'origine des nerfs crâniens) ;

7 Noyaux gris des parois de l'aqueduc, origine des nerfs moteurs de l'œil ;

8 Corps genouillé interne ;

9 Corps genouillé externe ;

10 Tubercules quadrijumeaux ;

11 Noyau rouge (région sous-optique) ;

12 Couche optique ;

13 Noyau lenticulaire du corps strié avec ses trois segments et ses deux cloisons ;

14 Noyau caudé (tête) du corps strié ;

15 Capsule interne (expansion pédonculaire) ;

16 16 Centre ovale ou corps blanc de l'hémisphère ;

16' Trigone cérébral ;

17 Corps calleux, commissure inter-hémisphérique ;

18 Bulbe du nerf olfactif ;

19 Racine grise du nerf olfactif ;

20 Racine blanche externe (bandelette diagonale) ;

20' Chiasma olfactif ;

21 Radiations optiques de Gratiolet (trajets cérébraux des fibres optiques) ;

22 Cordon sensitif médullo-encéphalique (en bleu), trajets sensitifs ou centripètes ;

22' Cordon moteur médullo-encéphalique (en rouge), trajets moteurs volontaires ou centrifuges ;

23 Faisceau cortico-protubérantiel et bulbaire ;

24 Pédoncule cérébelleux supérieur ;

25 Faisceau cérébral des nerfs bulbaires ;

26 Faisceau opto-cortical ;

27 Faisceau lenticulo-cortical ;

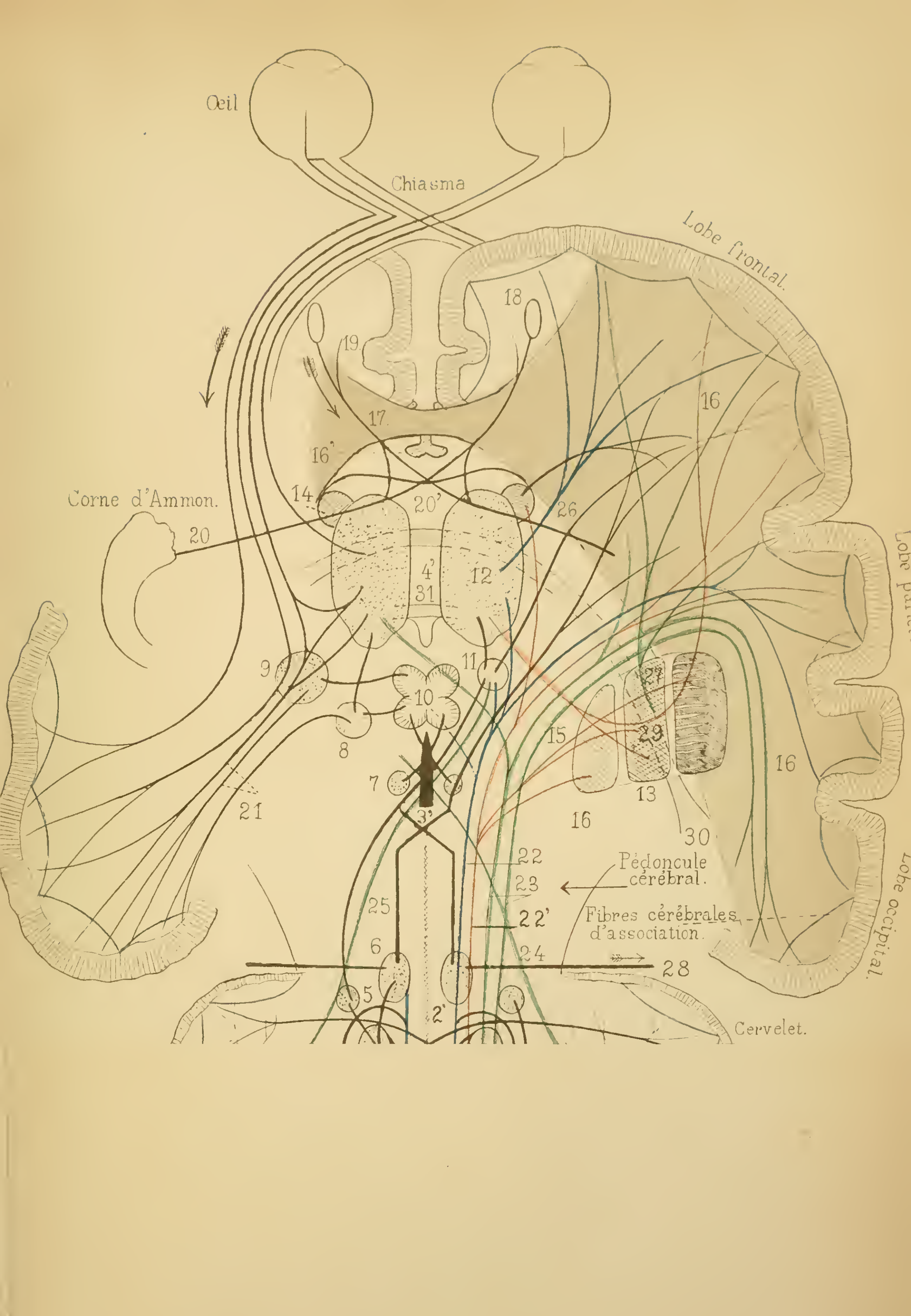
28 Nerfs bulbo-protubérantiels (les 10 dernières paires des nerfs crâniens) ;

29 Anse du noyau lenticulaire ;

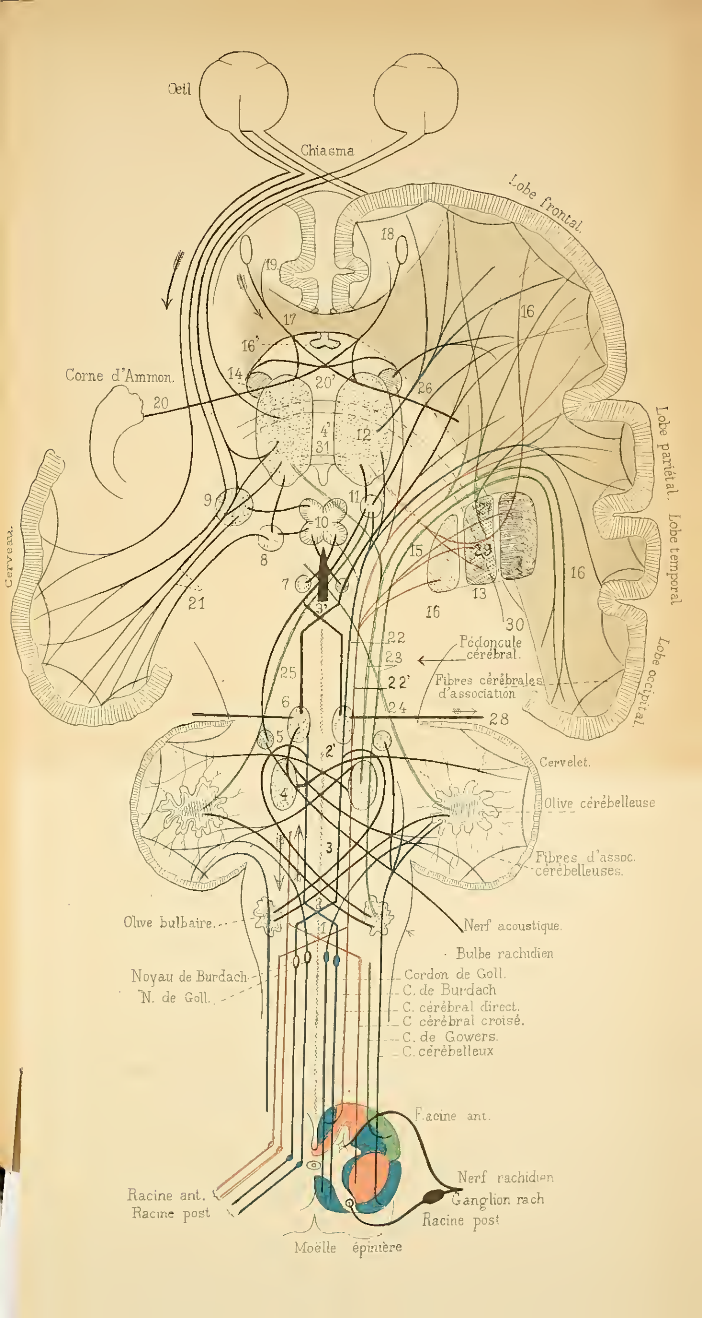
30 Commissure blanche antérieure du cerveau ;

31 Commissure blanche postérieure.

Lille. — Imprimerie Le Bigot frères, 25, rue Nicolas-Leblanc.



Œil
Chiasma
Lobe frontal.
Lobe pariétal
Lobe occipital.
Corne d'Ammon.
18
19
17
16'
16
14
20'
20
26
4'
31
12
9
10
11
8
7
15
27
29
13
16
21
3'
30
22
23
22'
24
25
6
5
2'
28
Pédoncule cérébral.
Fibres cérébrales d'association.
Cervelet.


Oeil
Chiasma
Lobe frontal.
Corne d'Ammon.
Cerveau.
Lobe pariétal.
Lobe temporal
Lobe occipital.
Pédoncule cérébral.
Fibres cérébrales d'association
Cervelet.
Olive cérébelleuse
Fibres d'assoc. cérébelleuses.
Olive bulbaire.
Nerf acoustique.
Bulbe rachidien
Noyau de Burdach
N. de Goll.
Cordon de Goll.
C. de Burdach
C. cérébral direct.
C cérébral croisé.
C. de Gowers.
C. cérébelleux
Racine ant.
Nerf rachidien
Ganglion rach
Racine post
Racine ant.
Racine post
Moëlle épinière
1
2
2'
3
3'
4
4'
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
16'
17
18
19
20
20'
21
22
22'
23
24
25
26
27
28
29
30
31

PRINCIPAUX TRAVAUX DU MÊME AUTEUR

Le dynamisme physique et le dynamisme biologique. (Revue internationale des Sciences biologiques, 1880).

L'origine des sexes. (Etude de statistique sociale). Rev. intern. des sciences, 1883.

Développement de la vessie, de la prostate et du canal de l'urèthre. (Thèse d'agrégation, Paris, 1883). 106 p. et 14 figures.

L'évolution de la famille et de la propriété. (Bull. de la Société d'Anthropologie de Lyon, 1884).

De l'influence du travail cérébral sur le volume et la forme du crâne. (Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Lyon, 1884).

La valvule de Bauhin considérée comme barrière des apothicaires. (Lyon Médical, 1885). Avec 2 planches.

Manuel d'embryologie humaine et comparée. Paris, Doin, 1886. 300 pages, 321 figures et 8 planches en chromolithographie.

L'arc mandibulaire et l'arc hyoïdien (Bull. de la Soc. Zoologique de France, 1885). Nombreuses figures.

Contribution à l'étude du muscle crémaster et du gubernaculum testis. (Lyon médical, 1886). Avec figures.

Sur l'ossification et l'homotypie des segments carpo-tarsiens de l'Homme. (Journal de l'Anatomie, 1886). Avec 2 planches.

Le développement et l'évolution des dents chez l'Homme. (Arch. de physiologie 1886), avec 3 planches.

Sur le développement de la mâchoire inférieure. (Soc. d'Anthrop. de Lyon, 1886).

A propos des gaines séreuses annexées aux tendons des muscles radiaux externes. (Arch. de physiologie, 1887). Avec planche.

L'anatomie des bourses séreuses péri-articulaires et des membranes synoviales chez l'homme (Journ. de l'Anatomie, 1888). Avec 30 figures.

L'homme avant l'histoire. Paris, J.-B. Baillière, 1887. 300 pages, 84 figures.

Les maladies infectieuses. Microbes, Ptomaïnes et Leucomaïnes. Paris, O. Doin, 300 pages, 1888.

Contrib. à l'étude des monstres doubles. Théorie de la monstruosité double. (Arch. de physiologie, 1890). Avec figures.

Traité d'anatomie de l'Homme. Deux vol., 2018 pages, 965 gravures en noir et en couleurs. Paris, F. Alcan, 1890.

L'hermaphrodisme et l'hermaphrodite dans la nature et dans la société. Paris, J.-B. Baillière, 1891. 160 p. et 23 figures.

Les vices de conformation des organes génitaux de la femme. Paris, J.-B. Baillière, 1891. 200 pages, 60 figures.

Album stéréoscopique de l'Encéphale. 40 photographies faites directement sur nature. Lille, 1893.

La tête des criminels. Lyon, Storck, 1893. 500 pages, nombreuses figures.

Lille. — Imprimerie LE BIGOT FRÈRES, rue Nicolas-Leblanc, 25.



